# الزراعة والبيئة

الدكتور
على تاج الدين فتح الله تاج الدين
أستاذ (غير متفرغ) بقسم كيمياء المبيدات
كلية الزراعة بالشاطبي - جامعة الإسكندرية

مكتبة بستان المعرفة
طباعة ونشر وتوزيع الكتب
☎: ٠٤٥/٢٢٢٤٢٢٨ & ٠١٢١١١٥١٢٣٧

| | |
| --- | --- |
| العنوان | الزراعة والبيئة |
| المؤلف | أ.د علی تاج الدين فتح الله تاج الدين |
| رقم الإيداع | ١٨٥٠٨ /٢٠٠٥ |
| الترقيم الدولى | I.S.B.N 977-393- 042 - 4 |
| الناشر | مكتبة بستان المعرفة<br>كفر الدوار ــ الحدائق ــ ٦٧ ش الحدائق بجوار نقابة التطبيقيين<br>☎: ٠٤٥/٢٢٢٤٢٢٨ الإسكندرية ٠١٢٣٥٣٤٨١٤&٠١٢١١٥١٢٣٧ |

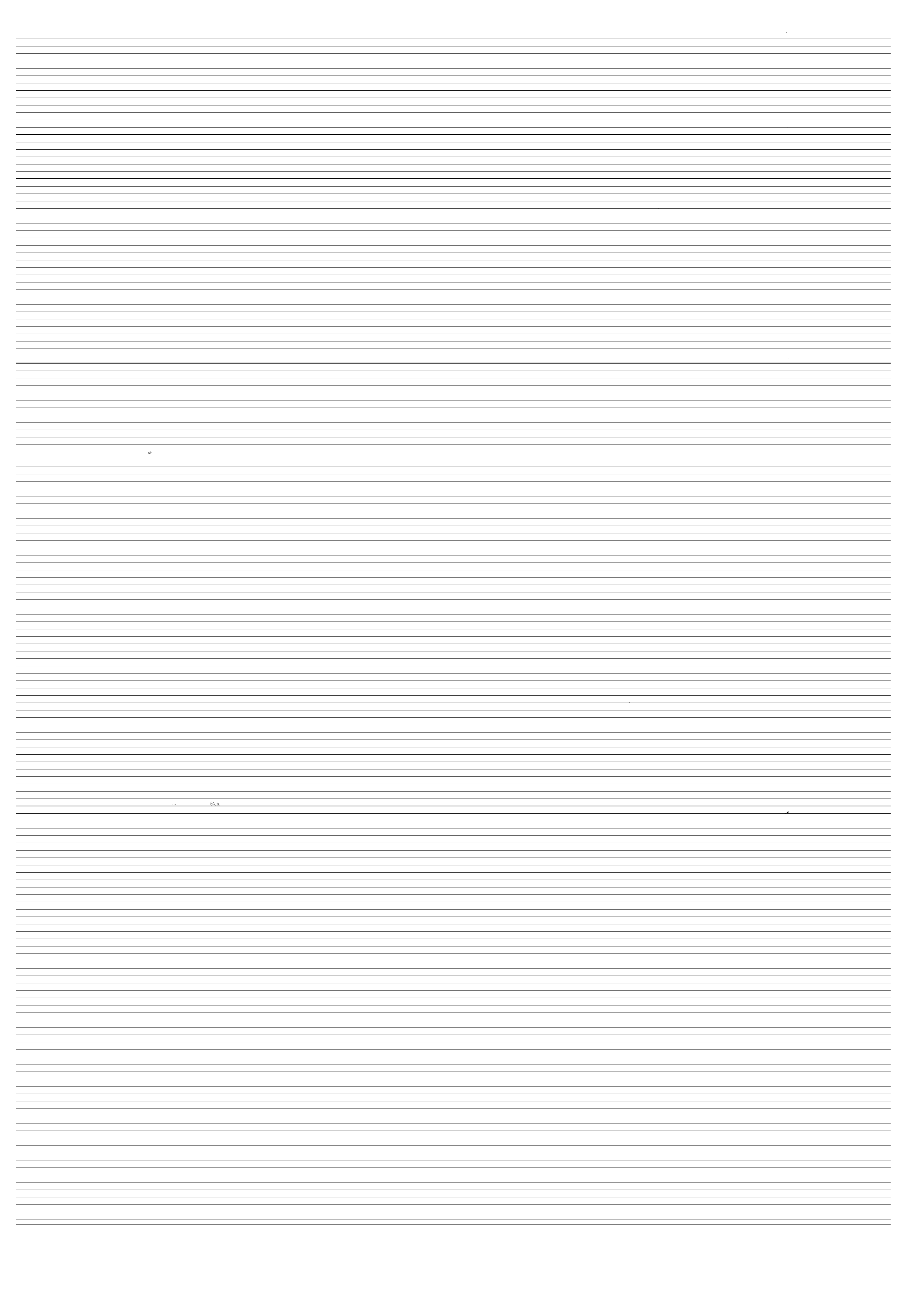
جميع حقوق الطبع محفوظة

**ولا يجوز طبع أو نشر أو تصوير أو إنتاج هذا المصنف أو أى جزء منه بأية صورة من الصور بدون تصريح كتابى مسبق.**

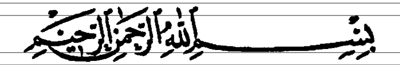
إتق اللــه يا من تنوي تصوير هذا الكتيب أو أي جزء منه
ولا تهدر حقوقا للمؤلف وللناشر وللموزّع
لعل اللــه أن يبارك لك في علم أطلعك عليه فيه



# الزراعة والبيئة



المحتويات



و الصلاة و السلام على أشرف المرسلين - سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

و بعد،،،،

الحمد لله الذى هدانا لهذا وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله .

فقد خلق المولى، عز وجل، كل شيء بحكمة وقدر موزون، وهيأ لنا بيئة متزنة، تتميز أنظمتها بمرونة فائقة، فبالإضافة إلى التوازن الذى أنشأ عليه الخالق العظيم أحوال عالمنا، فإنه - جلت قدرته - قد وهب لأنظمة الحياة على الأرض، المعروفة باسم الأنظمة البيئية، قدرة على تحمل ما قد تتعرض له من متغيرات ضارة بها، ومؤثرة عليها، وبرغم ذلك فإن مرونة الأنظمة البيئية لم تعد تتحمل هذا الضغط الرهيب من الإفساد البيئى، متمثلا فى سلبية تصرفات البشر إزاء إستنزاف قدرات الأنظمة البيئية الذاتية، وتفشل فى إعادة التوازن فيما أوقع البشر فيه من الخلل، وقد أدى الإبتعاد عن تعاليم الخالق جلت قدرته، إلى ظهور الفساد فى البر والبحر، بما كسبت أيدى الناس، ليذيقهم بعض الذى عملوا، وأدى ذلك إلى تدهور بيئة الإنسان إلى الدرجة التى لا يمكن التغاضى عنها، وأصبح على الإنسان الآن وبسرعة - لأول مرة فى تاريخ البشرية فيما نعلم - أن يراجع سلوكياته وأنشطته التى أدت إلى الإساءة إلى البيئة كثيرا، وأن يتوصل إلى سبيل للحد من هذا التدهور فى بيئته.

أصبح الحفاظ على توازن البيئة واحداً من أكبر وأهم التحديات التى تواجه وجود المجتمع البشرى بكامله، وأصبح التلوث البيئى هما عالميا يؤرق الحكومات ويشغل بال الشعوب، بما يمثله من أخطار تجثم على صدر البيئة لتردى بحياة الجنس البشرى على إتساع الكرة الأرضية، ولما كانت التوعية بأهمية التوازن البيئى وعناصر الإخلال بهذا التوازن هو خط الدفاع الأول فى مكافحة التلوث البيئى والحد من أضراره، لهذا أصبحت المعرفة والتوعية البيئية أساسية وحق أصيل من حقوق المواطنه فى كل أقطار العالم، تستعين بها الشعوب والحكومات فى مجابهة هذا الخطر الداهم الذى يصدع هذا التوازن بين

الإنسان والكائنات الحية عموماً، مما يستلزم إتخاذ القرارات، وتنفيذ الإجراءات الحاسمة التى تكفل المحافظة على المقومات البيئية الإيجابية، التى تساعد على وقف التدهور فيها، واستمرار الحياة عامة وبأشكالها المختلفة على الكرة الأرضية ولو بالحد الأدنى، الأمر الذى ادى بالدول وبهيئة الأمم المتحدة إلى عقد العديد من المؤتمرات العالمية خلال العقود الثلاثة الأخيرة، أهمها مؤتمر استوكهولم عام ١٩٧٢، ومؤتمر قمة الأرض فى ريودى جانيرو عام ١٩٩٢ ومؤتمر جوهانسبرج عام ٢٠٠٢ ومؤتمر ميلانو فى نهاية عام ٢٠٠٣، وكلها مؤتمرات تدور حول تحديد الأخطار التى تحيق بالبيئة على مستوى العالم، وكيفية دره هذه الأخطار، والحفاظ على مقومات البيئة للأجيال التالية، ونحب أن نذكر أن مؤتمر جوهانسبرج عام ٢٠٠٢ قد حضره أكثر من ٦٠ ألف مشارك يمثلون ١٨٥ دولة، وحضره أكثر من مائة من رؤساء الحكومات وممثلين لبعض الشركات الكبرى عابرة القارات والمتهمة بإسهامها فى تلويث البيئة.

تهدف مؤتمرات البيئة إلى التوفيق بين التنمية المستدامة والنمو الإقتصادى من ناحية مع المحافظة على البيئة وعلى سلامتها من الناحية الأخرى، وبخاصة المحافظة على الموارد الطبيعية تحت ضغط الأعداد الرهيبة للتزايد السكانى وزيادة الضغط البيئى لهذه الأعداد الهائلة من البشر، ولا بد من الإدراك أن المشكلات البيئية كثيرة ومتشعبة ومتنوعة، مما يصعب التعامل مع كل هذه المشكلات دفعة واحدة، أو معالجتها بفاعلية على أنها وحدة واحدة متكاملة، مما يدفع البعض إلى المناداة بضرورة وجود منظمة عالمية كبرى تهتم بشئون البيئة، ولها من الصلاحيات ما يضمن تحقيق الأهداف المرجوة من المؤتمرات والندوات العديدة الخاصة بالبيئة، وخصوصا أن الواقع يؤكد أن الدول الصناعية الكبرى هى المصدر الأول والأكبر لإلحاق الضرر بالبيئة، وهذه الدول هى نفسها التى تعارض تنفيذ القرارات الدولية الهادفة إلى إنقاذ البيئة والمحافظة علها من الدمار، وقد ظهر ذلك جليًا فى مؤتمر ميلانو الذى عقد فى نهاية عام ٢٠٠٣ عن التغيرات المناخية وتوافر الأدلة القاطعة عن مسئولية الإنسان عن إرتفاع حرارة كوكب الأرض بشكل يهدد حياة كثير من الكائنات الحية عليها، بل يؤدى إلى إنقراض بعض أنواع الكائنات الحية عليها، إن لم تتخذ الإجراءات السريعة والحاسمة التى تحول دون ذلك، وربما كانت الولايات المتحدة الأمريكية مسئولة أكثر من غيرها من الدول عن هذه الأوضاع المأساوية بالنسبة للبيئة، وأنها تضع العقبات أمام الإهتمام المتزايد بالبيئة، وأنها من أكبر المناوئين للجهود الدولية لإنقاذ البيئة وتنميتها،

برفضها التصديق على إتفاقية كيوتو لعام ١٩٩٧، التى توصى بضرورة العمل على الحد من إنبعاث غازات الدفيئة الضارة المسببة للإحتباس الحرارى، بحيث تنخفض عام ٢٠١٢ بمقدار ٨٪ عما كانت عليه عام ١٩٩٠، خاصة وأن الولايات المتحدة الأمريكية تتحمل وحدها مسئولية إنبعاث ٢٥ ٪ من كل غازات الدفيئة الضارة المسببة للإحتباس الحرارى.

يقع جانب كبير من مسئولية المحافظة على البيئة المحلية لأى مجتمع من المجتمعات البشرية على أفراد هذا المجتمع، لأنهم هم أنفسهم أكبر مصدر للتلوث البيئى، وهم السبب المباشر فى تدهور الأوضاع البيئية داخل نطاق المجتمع الذى يعيشون فيه، ومن هنا لابد من بذل الجهود المكثفة لتغيير أسباب السلوك والتفكير وتغيير النظرة إلى البيئة، وتعديل طريقة التعامل معها، وليس هذا كله بالأمر السهل، بل يتطلب الدخول فى معركة حقيقية تدور ضد العادات السيئة والجهل واللامبالاه وما إليها، وهى كلها أمور يصعب التغلب عليها، وتحتاج إلى تربية بيئية سليمة قبل إصدار قرارات سياسية حاسمة للقضاء عليها تتخذ شكل تشريعات خاصة بالمحافظة على البيئة، فالمسألة لها جانب إجتماعى وأخلاقى لا يمكن إغفاله أو التهوين منه، وربما كان السلاح الأقوى والأكثر فعالية واستمرارا لتحقيق ذلك الهدف هو التعليم ونشر الوعى البيئى، رغم ما يتطلبه ذلك من وقت ومجهود، وذلك لأن الكثير من الأزمات البيئية مرجعها إلى سوء التصرف البشرى، سواء فى العالم المتقدم أو العالم النامى، فسلوك الإنسان فى العالم النامى يتسم بضعف الوعى والإنشغال بتنمية الموارد الطبيعية لتلبية إحتياجات سكانها المتزايدة دون النظر إلى مستقبل البيئة، أما سلوك الإنسان فى العالم المتقدم فهو سلوك تمليه المصلحة والأنانية، وبالتالى أدى سوء التصرف إلى تدمير أنظمة البيئة وتدهورها،وأنه لا سبيل للنجاة من المصير المشئوم إلا بردة روحية وتشبث بالقيم الأخلاقية واسترداد المناهج الدينية المتدهورة لتعيد للإنسان توازنه الطبيعى بعد إختلاله على مدى قرون تحت تأثير المادة والمصلحة الذاتية الضيقة، والرجوع إلى أخلاقيات الأديان لحماية البيئة، من عدم الإسراف الجائر فى الإستهلاك دون ضرورة حقيقية.

يلزم أن تحتل التربية البيئية السليمة الأولوية فى إستراتيجيات حماية البيئة فى المستقبل، لأن دور التربية سابق على التشريعات البيئية للحد من ظاهرة التلوث البيئى، وذلك لأن التشريع يتم كانعكاس لظهور مشكلة بيئية تستلزم تشريعا لوقف نزيفها، ويلزم أن تعمل التربية البيئية السليمة على تبنى أفكار جديدة تهدف إلى إعادة بناء المجتمعات على

اسس بيئية راشدة وتلبية إحتياجاتها الأساسية كالغذاء والرعاية الصحية والإفادة من النفايات والفضلات بإعادة تدويرها.

اصدرت منظمة اليونسكو عام ١٩٩٧ بيانا عن ( التعليم البيئى من أجل مستقبل افضل ) تقرر فيه انه ( اصبح من المتفق عليه أن التعليم هو أكثر الوسائل تأثيرا وفاعلية، يمكن للمجتمع عن طريقه أن يواجه تحديات المستقبل، وانه ليس ثمة شك فى أن التعليم هو الذى سوف يتولى صياغة وتشكيل عالم الغد ) ويرى كثير من المهتمين بمستقبل البيئة هو اننا لا نستطيع إنقاذها من التدهور السريع الذى تعانيه الآن إن لم نتحكم أولا فى انفسنا، إما عن طريق التشريع، وإما عن طريق التوعية والإقتناع الشخصى والإدراك السليم، وهذا يقتضى إعداد الناس إعدادا صحيحا يقوم على التعريف بالمعلومات الأساسية المتعلقة بالبيئة، والأخطار التى يمكن أن تلحق بها نتيجة للسلوك البشرى غير الرشيد، وأنه لا مفر رغم كل المحاولات التى تبذل لتنظيف البيئة من وجود نسبة معينة من التلوث فى كل مكان من كوكب الأرض، وأن المهم من الناحية العملية هو أن نعرف متى تصبح درجة التلوث مسألة لا يمكن السكوت عليها، رغم صعوبة الوصول إلى مثل هذا التحديد الدقيق، وهناك اتجاهات قوية تدعو إلى توجيه التربية والتعليم بحيث يخدمان البيئة، وتدعو إلى قيام تخصصات جديدة فى علم البيئة على أساس أن إدارة البيئة تحتاج إلى تضافر وتعاون فروع عدة من العلم، تساعد على فهم مغزى سلوك الإنسان وعادات البشر، وبخاصة فيما يتعلق بموقفهم من البيئة الطبيعية التى تحيط بهم، وقد دفعت هذه الدعاوى الكثيرين إلى المناداة بضرورة الوصول إلى ما يطلق عليه إسم ( أخلاقية الأرض ) التى تدعو إلى وجود نظرة جديدة وموقف جديد فى أصول التعامل مع البيئة من منطلق الحب والاحترام، حتى يمكن المحافظة عليها، لأن ذلك يصب فى آخر الأمر فى مصلحة الإنسان نفسه.

ونظرا لأن هذا الكتاب موجه إلى موضوع الزراعة والبيئة، وأن للبيئة الزراعية خصوصية تتميز بها، لأنها البيئة التى يتم فيها إنتاج كل أنواع المحاصيل الزراعية، النباتية منها والحيوانية، وأن ذلك يستلزم توافر عناصر شتى، مع ما يصاحب ذلك من وجود كائنات حية متباينة، منها على وجه الخصوص الكائنات الحية التى يطلق عليها إسم الآفات الزراعية والحيوانية، مما يستلزم إستخدام مجموعة متباينة من الكيماويات الزراعية فى صورة مبيدات للآفات الزراعية والحيوانية، أو مخصبات زراعية، أو منظمات للنمو النباتى، او ادوية علاجية للحيوانات المز رعية، مما أضفى على البيئة الزراعية خصوصية، تجعلها

تشتهر بتوافر أشكال محددة من التلوث، بالإضافة إلى أن البيئة الزراعية هى مواقع إنتاج المواد الغذائية بكل صورها، لهذا فإن التلوث الذى قد يحدث فيها يكون عرضة للإنتشار إلى مواقع أخرى، يصل إليها إنتاج هذه البيئات الزراعية.

وتعتبر مبيدات الآفات واحدة من أهم الملوثات الكيميائية للبيئة عموماً، وللبيئة الزراعية على وجه الخصوص، برغم ما لهذه المبيدات من دور حيوى وأساسى فى حماية الانسان وثرواته من هجوم الآفات، و لهذا فإن توضيح دور المبيدات فى تلويث البيئة، والزراعية منها على وجه الخصوص، على درجة عالية جداً من الأهمية لكل افراد المجتمع، وللعاملين فى القطاع الزراعي خاصة.

وكتاب - الزراعة والبيئة - هو كتاب تلوث بيئة فى المقام الأول، يوجّه إهتماماً خاصاً للمبيدات كأحد أهم ملوثات البيئة، خاصة البيئة الزراعية التى يتم فيها انتاج الإحتياجات الإنسانية من الغذاء، هذا الكتاب موجّه إلى المهتمين بصحة البيئة وسلامتها فى المقام الأول، وإلى طلاب كليات الزراعة، وإلى العاملين فى المجال الزراعي. يشتمل الكتاب على عشرة فصول فى بابين رئيسيين، الأول منهما يشغل الفصول الخمس الأول منه، ويتعرض للتعريف بمضمون البيئة وبالغلاف الحيوى والتلوث البيئى بعناصره المختلفة والمشتملة على أنواع ومصادر وأضرار تلوث الهواء وتلوث الماء والتلوث بالاشعاع وبالضوضاء، وتستعرض الفصول الخمس بالباب الثانى منه موضوعات ما تتميز به البيئة الزراعية من خصوصية ومصادر وأشكال تلوثها وأهم عناصر هذا التلوث، والخطورة الكامنة للتلوث البيئي بالمبيدات، يلي ذلك الحوادث التى قد تنشأ عن التعرض للمبيدات والاسعافات الأولية للتسمم بها، ثم يأتى الواقع التطبيقي لاستخدامات المبيدات فى مكافحة الآفات، وما يصاحب ذلك من تلوث محتمل للبيئة، وبعد ذلك يأتى التلوث الذى قد ينتج عن الكيماويات الزراعية اثناء عمليات النقل والتخزين وطرق تحاشي هذا التلوث والتخلص منه ومن النفايات السامة والخطرة.

الحمد الله العلى القدير، والشكر له على فضله وتوفيقه، الذى هدانا لهذا وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله، ثم أتقدم بوافر الشكر والتقدير لجميع الأخوة والزملاء عميد كلية الزراعة بالشاطبى، جامعة الإسكندرية، ووكلاء الكلية وأعضاء مجلس الكلية الموقر، ثم إلى منسوبي قسم كيمياء مبيدات الآفات بها، وذلك لتهيئة مناخ إنجاز هذا المؤلف، الذى أطمع أن

يكون لبنة إصلاح فى جدار التوعية البيئية والدعوة إلى توازن بيئى مقبول، وأن يكون موضع ترحيب واهتمام من الدارسين والمهتمين بصحة البيئة وسلامتها.

و نسأل الله العلى القدير، أن يتقبل منا هذا العمل خالصا له، وأن يجعل جهادنا فيه لوجهه الكريم، إنه نعم المولى و نعم النصير.

الاسكندرية فى ١٢ /٩ / ٢٠٠٥

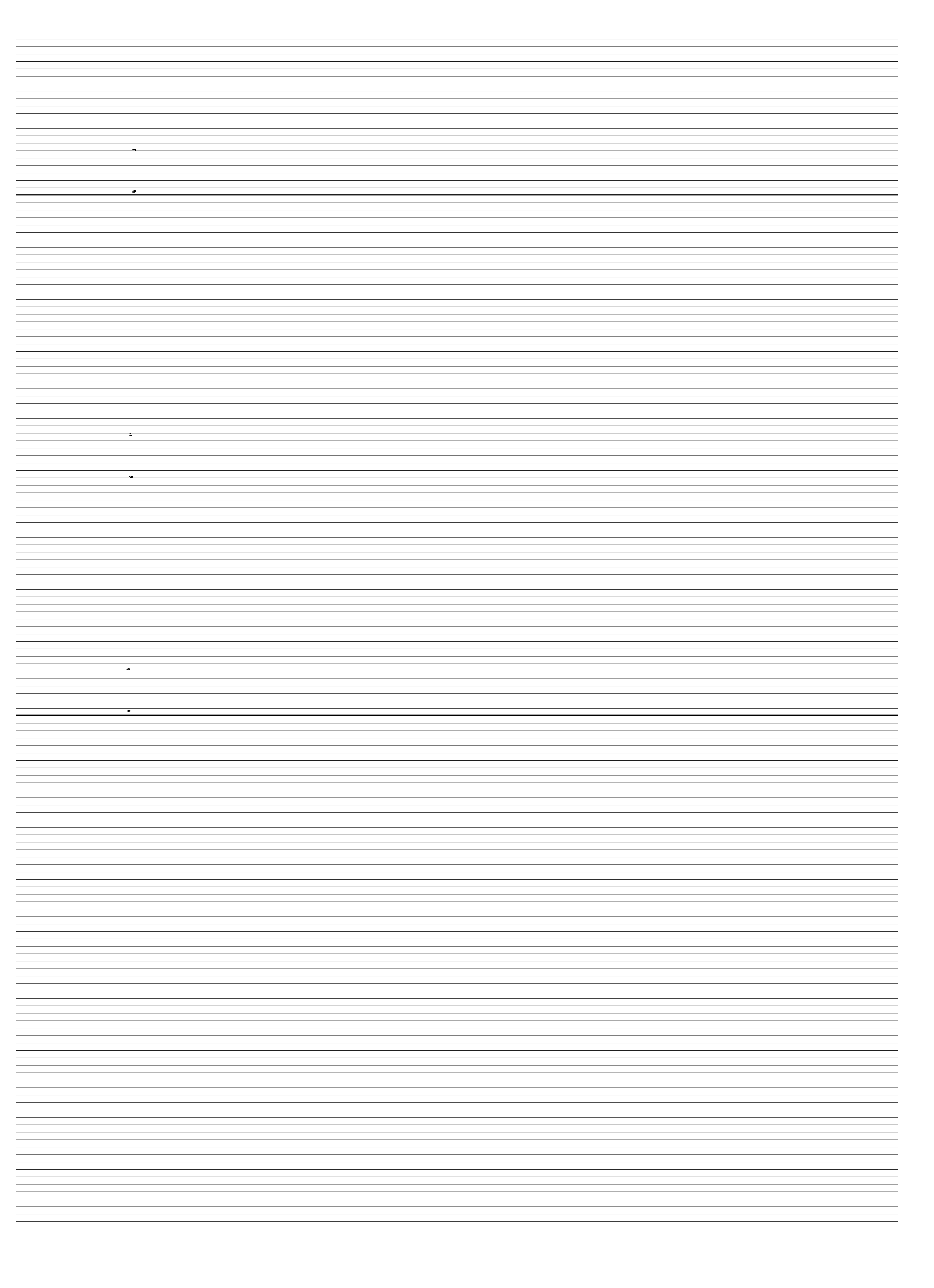
المؤلف

أ.د. على تاج الدين فتح الله تاج الدين

# الباب الأول

## البيئة والتلوّث

* البيئة والتلــوث
* التلوث الهـــوائى
* تلوث الميـــــاه
* التلوث بالضوضاء
* التلوث بالإشــعاع



# الفصل الأول

# البيئة والتلوّث

★ مقدمة ★ بعض التعاريف المهمة ★ البيئة
★التلوث البيئى ★ أنواع التلوث والملوثات
★ الغلاف الحيوى.

## مقدمة

سبحان الله العظيم الذى جعل كل ما فى الكون يجرى فى حلقات وفى دورات، من أصغر موجود إلى أكبر مخلوق، فالأجرام السماوية فى أفلاك، والكترونات الذرة فى مسارات، والزمن فى فصول وسنوات، والإنسان فى مراحل عمرية موصول الحلقات، والكائنات الحية نباتية أو حيوانية أو كائنات دقيقة متلاحقة الدورات، وكل ذلك فى توازن محكوم وتكامل مقدّر، جعله الخالق جلّ وعلا، أساس استمرار الحياة على الأرض، فسبحان مدبّر الأمر مفصل الآيات.

البيئة إذا مجال حيوى ونظام متكامل، يشتمل على كل مقوّمات الحياة لجميع الأحياء، وعلى قمّتها كلها الإنسان، الذى كرّمه الخالق سبحانه وتعالى ، فالبيئة وحدة متوازنة متكاملة تشكّل فى مجملها كيانا حيّا نابضا بالحياة، فالعلاقات البيئية علاقات مترابطة ومتكاملة فى نفس الوقت، فكل منتج من أحد دوراتها هو فى نفس الوقت مدخل فى حلقات أخرى، بمعنى أن فضلات الحيوانات هى غذاء للكائنات الدقيقة، وما تفرزه الكائنات الدقيقة يغدو غذاء للنبات، والنباتات هى الغذاء الأساسى للحيوانات، بمعنى أن هذه السلاسل الغذائية ليس لها فاقد أو متبقى، لأنها منظومة مترابطة الحلقات ، ويشكّل المجتمع الزراعى فيها كيانا ذا سمة خاصة، نظرا لأنه المجتمع الذى يتم فيه إنتاج غذاء الإنسان والحيوان، وان ذلك يستلزم تطويعه ليعطى أقصى إنتاجية، مما يستلزم استخدام مجموعة من الكيماويات شديدة التأثير على البيئة ، وقد بدأت مشاكل التلوث البيني فى التفاقم بصورة حادة داخل المجتمعات الصناعية، التي تعتمد على الآلة بصورة مكثفة، أو تعتمد على الصناعات الكيماوية والتعدينية بصورة عامة، وأصبحت هذه المشكلة تهدد كافة المجتمعات البشرية فى الوقت

الراهن لأسباب متعددة، وقد أدى تزايد سكان العالم، وزيادة الاعتماد على الآلة في كافة عمليات الإنتاج، وما صاحب ذلك من تقدم علمي، إلى بروز مشكلة التلوث البيئى كمشكلة عالية، تحتاج إلى تضافر جهود كافة المجتمعات البشرية لمكافحتها والتقليل من آثارها المدمرة.

مما يزيد من خطر التلوث البيئى، أنه لا يقتصر على موقع دون آخر، ويرجع ذلك إلى أن الغلاف الحيوي ( الذي تعيش فيه كافة الكائنات الحية ) يرتبط ببعضه إرتباطاً وثيقاً، وان تلوثه في بلد ما، قد يؤدي إلى ظهور التلوث في بلدان اخرى قد تكون مجاورة له، أو قد تبعد عنه آلاف الأميال، وليس أدل على ذلك من حادث إنفجار المفاعل النووي في تشيرنوبل داخل اوكرانيا، الذى أدى إلى حدوث تلوث إشعاعى على مدى وا سع جداً، غطى معظم بلدان أوروبا ووصل حتى حدود تركيا، وايضاً فإن تلوث الجو بالغازات الحامضية، او تلوث مياه الأنهار او المحيطات الذي يحدث في بلد ما، قد تمتد آثاره إلى بلدان اخرى مجاورة او بعيدة، في صورة مياه ملوثة او شواطئ ملوثة او أمطار حامضية او غير ذلك من صور التلوث.

ومما يزيد من خطر التلوث أيضا سلوك هذه الملوثات فى البيئات المختلفة، وعلاقتها بعضها ببعض، فالملوثات لا توجد منفردة بذاتها، ولا تنحصر فى موقع ثابت، بل تنتشر خلال الوسط التى تتواجد فيه، وتنتقل من وسط بيئى إلى وسط بيئى آخر، أى أن الملوثات لا تحدها حدود، بل تنتشر فى انحاء البيئة المحيطة، ويعتمد إنتشارها على البيئة المحيطة بمنطقة التلوث، وطبيعة الملوثات من حيث خصائصها الكيماوية والفيزيائية منفردة أو مجتمعة، وقد تعطى هذه الملوثات مجتمعة تأثيرا سيئا على الكائنات الحية أكبر كثيرا عما يمكن أن يحدث من مجموع تأثيراتها منفردة، وتزداد مشكلة التلوث فى هذه الحالة تعقيدا، إذا علمنا أن الملوثات قد تتفاعل مع بعضها البعض، أو تتحطم تحت الظروف الطبيعية أو الحيوية للبيئة المحيطة، منتجة آلافا من الملوثات ذات التركيب الكيماوى والخصائص الفيزيائية المختلفة عن الملوثات الأصلية، وقد تكون هذه الملوثات الجديدة أشد خطورة على البيئة من الملوثات الأصلية التى تولدت عنها.

وقد إتسعت دائرة الإهتمام بالبيئة وسلامتها، حتى شملت كافة أنواع الأنشطة فى كل المجتمعات الإنسانية، نظرا لأن الإضرار بها هو إضرار بحياة الإنسان نفسه، وغالبا ما يتجاوز

هذا الإضرار حدود الدولة المعنيّة ، ومن المعروف أن البيئة هى مجال حيوى ونظام متكامل، يشتمل على كل مقوّمات الحياة، وهى تشكّل فى مجملها كيانا حيّا متوازنا، يفسده التدخل غير الواعى للإنسان فى التعامل مع مكوّناته، ولكل هذا فقد التقت إرادة المجتمع الدولى بكافة شعوبه على العمل على المحافظة على سلامتها والترفق فى التعامل مع مكوّناتها.

وتلوث البيئة عموماً هو من الموضوعات الهامة جدا، وزاد الإهتمام بها كثيراً في العصر الحديث، بسبب تزايد المخاطر والأضرار التي يتعرض لها الجنس البشري، والتي تنجم عن التلوث بصورة المختلفة ، ومما لا شك فيه أن البيئات الزراعية هى من أولى البيئات التى تستلزم توجيه الاهتمام بها والمحافظة على سلامتها، بسبب أنها البيئات التى يتم فيها إنتاج غذاء الإنسان ومعظم كسائه، وبعض العلماء يعتبرها منطقة الكوارث البيئية، بسبب أن جميع أنشطة الإنتاج الزراعى تستلزم إحداث تغييرات بيئية جائرة، يتبلور معظمها فى توفير غطاء نباتى من المحاصيل الحقلية والبستانية فى مناطق محددة ولفترات متباينة، مع ما يستلزم ذلك وما قد يترتب عنه من إزدهار لنوعيّات متباينة من الكائنات الحيّة الضارة أو النافعة المرتبطة بهذه البيئات، بما يستوجب التعامل معها بكافة الطرق التى تحافظ على إنتاجيتها من المحاصيل المنزرعة فيها، ومنها إستخدام مبيدات كيميائية لدرء خطر الآفات التى تؤثر تأثيرا متعاظما على هذه الإنتاجية الزراعية، وهذا بدوره يضيف بعدا جديدا فى العوامل التى تؤثر على هذه البيئات الزراعية.

يعتبر التعامل البيئى الواعى والسليم فى المجتمعات الزراعية هو خط الدفاع الأول للمحافظة على البيئة وعلى سلامتها، وهذا بدوره يستوجب إتباع نظم زراعية متطورة، تأخذ فى إعتبارها البعد البيئى، من إختيار لنوعيّات المحاصيل المنزرعة، وللتركيب المحصولى، ولطرق الرى والتسميد ولجميع العمليات الزراعية الأخرى، والتى من أهمها مكافحة الآفات، وترشيد استخدام المبيدات، وغير ذلك من العوامل التى تحافظ على توازن بيئى مناسب وسليم.

ولعل من أهم ما يهدد سلامة البيئة عموما، والبيئة الزراعية على وجه الخصوص، هو الإفراط وسوء استخدام الكيماويات الزراعية، وخاصة مبيدات الآفات، ويرجع السبب فى

ذلك أن المبيدات بكميات ضئيلة جدا منها، تحدث تأثيرات حيوية بالغة العمق وشديدة التنوع، مما يسبب نزيفا بيئيا حادا، الأمر الذى يستلزم العمل على وقفه ودرء خطره ، ولهذا فإن التوعية البيئية، بإلقاء الضوء على هذه العلاقات البيئية المتشابكة، خاصة فى المجتمعات الزراعية، تشكل عاملا أساسيا وفعالا فى توفير إنتاجية زراعية جيدة فى مجتمع زراعى سليم وآمن بيئيا.

## بعض التعاريف المهمة

يلزمنا أولا أن نورد هنا بعض التعاريف المهمة، حتى لا تختلط هذه التعاريف بعضها ببعض، مما قد يؤثر على سياق الموضوع، ونبدأ هنا بالتعاريف المرتبطة بالبيئة :

إيكولوجى Ecology : يطلق هذا المصطلح على الحالات التى يتم فيها دراسة العوامل المحيطة بالكائنات الحية، والتى تتأثر بها وتؤثر فيها ، ويبحث كذلك فى علاقات الكائنات الحية بعضها ببعض، وعلاقاتها فيما بينها وبين الوسط الذى تعيش فيه ، وتنطلق الإيكولوجيا من نقطة بدء رئيسية تتمثل فى مفهوم الحياة كجهاد مستمر ومتواصل للكائنات الحية للتكيف مع كل ما يحيط بها أو يعترضها فى الوسط التى تعيش فيه، أو كل ما يؤثر على هذا الوسط ( البيئة ) مستهدفا الحفاظ على بقاء النوع.

البيئة Environment : مصطلح البيئة أعمق وأشمل من مصطلح الإيكولوجى، بسبب أنه لا يبحث فى المحيط الذى تعيش فيه كل الكائنات الحية فقط، ولكنه يتعداها إلى البحث فى المحيط الحيوى بكافة صوره، من عوامل طبيعية واجتماعية وثقافية واقتصادية، والتى لها تأثيرات مباشرة على الانسان وعلى علاقاته بالكائنات الحية والموجودات الأخرى، وهو ما يشير إلى أن هناك تفاعل بين الحياة فى صورها المختلفة والبيئة من الجوانب التطبيقية الشاملة من أجل السعى إلى حياة أفضل ، وهذا يعنى أن البيئة منظومة، تحاول أن تصل باستمرار إلى إعادة التوازن بين موجوداتها، فى حركة ديناميكية طول الوقت، للوصول إلى توازن مستقر، ومتأثرة بكل مكوناتها الحية وغير الحية، ولهذا فالبيئة منظومة، ومفهوم المنظومة هو أنها تتكون من عدد من المكونات، لكل منها بناؤه الذاتى وتفاعلاته الداخلية

والخارجية، من بين العمليات الوظيفية والبينية، فالمنظومة تتميز بالديناميكية، حيث أن لكل مكون من مكوناتها مدخلاته الخاصة، التى تدفعه إلى أداء عمله، ومخرجاته الخاصة التى هى عبارة عن الترجمة الفعلية لنتائجه ، وتختلف المنظومة فى معناها عن النظام، حيث أن النظام محدد مساره مسبقا ولا يعرف التغيير.

تضم منظومة البيئة (كل العناصر الطبيعية والحياتية التى توجد حول الكرة الأرضية وعلى سطحها وفى باطنها، والهواء ومكوناته الغازية المختلفة، والطاقة ومصادرها، ومياه الأمطار والأنهار والبحار والمحيطات، وسطح التربة وما يعيش عليها أو داخلها من نبات أو حيوان أو كائنات دقيقة، والإنسان بثقافاته المختلفة، وعلاقاته الإجتماعية، وأهمية التفاعل بين تلك الثقافات والعلاقات) كل هذه العناصر مجتمعة هى مكونات منظومة البيئة بصفة عامة، والتى يمكن أن نستخلص منها تعريفا شاملا للبيئة فى أن (البيئة هى الإطار الذى يعيش فيه الانسان وكافة الكائنات الحية الأخرى، وتتضمن الإطار الفيزيقى الذى يمثل الأساس الطبيعى لكافة الكائنات الحية بما فيها الإنسان، كما تتضمن الإطار الإجتماعى الذى يمثل الأفراد والجماعات والمجتمعات، وتتضمن كذلك الإطار التكنولوجى وما قام به الإنسان من مخترعات، وما قام بتطويعه مستخدما التكنولوجيا الحديثة من أجل التكيف مع البيئة)، ولهذا يمكن القول بأن هناك تأثيرات متبادلة بين كل الإطر السابق ذكرها، وأن هذه الإطر مجتمعة معا تمثل المنظومة البيئية.

<u>مكونات المنظومة البيئية</u> : تتكون المنظومة البيئية من المكونات الحية والأخرى غير الحية، وتتميز مكوناتها الحية بمظاهر الحياة بدءا من الولادة وحتى الموت ( الفناء ) ونظرا لأن المواد التى تكون أجسام هذه الكائنات الحية هى من نفس المواد التى تتكون منها الأرض، فإنهما معا فى حركة دائرية دائبة، إذ تبنى الكائنات من بعض مكونات المنظومة البيئية، ثم تعود مرة أخرى لتتحلل ولتصبح من مكونات المنظومة الطبيعية مرة أخرى، وهذا يعنى أن جميع مكونات المنظومة من عناصر الوسط المحيط بها ومركباته قابلة للتحلل إلى عناصره الأولية مرة أخرى، أما المواد الغريبة عن المنظومة البيئية التى يتم تصنيعها بواسطة الإنسان، قد يصعب تحليلها إلى عناصرها الأولية ، ومثال ذلك الإختلال فى التوازن البيئى الناتج عن وجود مواد غير قابلة للتحلل، ناتجة عن التلوث الكيميائى والصناعى والزراعى والتى لا تتحلل فى

التربة، وابرز مثال على ذلك العبوات والأكياس والمعلبات البلاستيكية التى لا تتحلل تحت الظروف العادية.

ولما كانت المنظومة البيئية هى منظومة منغلقة على نفسها بسبب أن ( المادة لا تفنى ولا تستحدث، ولكنها قابلة للتحول والتواجد فى صور مختلفة ) ولهذا لا يعرف أنه توجد مدخلات او مخرجات للأرض تتدفق من خلالها العناصر والمواد، مما يعنى أن كمية العناصر الموجودة ثابتة ، وهذا يؤكد أن استنزاف الموارد الطبيعية يعنى فقدانها تماما وللأبد، بما يؤدى إلى ان اى تلوث يسببه الانسان يظل موجودا على حاله، إلا إذا كان فى حدود قدرة المنظومة البيئية على تحليله، وان اى تلوث نتسبب فى حدوثه غالبا ما يرتد إلينا مرة أخرى.

إن الإنسان هو أرقى الكائنات الحيّة فى المنظومة البيئية، و إذ جعله الله سبحانه وتعالى خليفة له فى الأرض، وجعله يتميز بالإبداع والتفكير، ويمكنه إحداث تغييرات كمية وكيفية فى مكونات البيئة وعملياتها، وبالتالى فهو الوحيد القادر على إحداث تأثيرات سلبية خطيرة، ومن هنا كان من الأهمية التعرض لدراسة تطور العلاقة بين الانسان والبيئة، وبخاصة تلك التى تساهم بقدر كبير فى الحد من إستنزاف الموارد الطبيعية بما يحافظ على التوازن البيئى، والتى تعتبر الأمل فى علاج المشكلات البيئية المتعددة، للحفاظ على تنمية متواصلة ومستمرة للأجيال القادمة.

منظومة المحيط الحيوى : هى منظومة كونية النشأة خلقها الله سبحانه وتعالى قبل بدء التاريخ الإنسانى، وتبدأ مكانيا بالطبقات السفلى من الهواء (الغلاف الجوى) والطبقات العليا من الماء (الغلاف المائى) والطبقات السطحية من الأرض (الغلاف اليابس)، وحدود هذا المحيط هى الحدود التى تتكون فيها الحياة بصورها وانماطها المختلفة، وهى خزائن الموارد الطبيعية المتجددة وغير المتجددة، وهى الوعاء الذى يتم فيه صب سائر المخلفات والنفايات.

منظومة المحيط المصنوع ( التكنولوجى ) : هى ما صنعه الإنسان وشيده وأقامه فى حيز المحيط الحيوى، وبالتالى تقع تحت إدارته وتحكمه، ولكنها فى ذات الوقت تقع تحت تأثير عوامل خارجة عن إرادته، مثل العوامل الطبيعية، وما زال الإنسان يطور من مكونات هذا المحيط بالعلم والاكتشافات فى محاولة منه لإخضاع منظومة المحيط الحيوى لإشباع حاجاته.

منظومة المحيط الإجتماعي : وهى المؤسسات والتنظيمات التى صنعها الإنسان، ويعتمد عليها فى إدارة العلاقات بين المنظومات المختلفة، فى محاولة منه للحفاظ على التوازن البيئى، من خلال التعامل مع المنظومات الأخرى، باعتبار ان التفاعل بين هذه المنظومات ونبض الحياة والانسان عنصر فعال فى كل منظومة، فهو يؤثر فيها ويتأثر بها، وهى الإدارة الفاعلة والضابطة للمحافظة على التوازن البيئى.

وسيقتصر كلامنا هنا على النظر إلى هذه المنظومة البيئية من وجهة نظر التلوث المادى لمنظومة البيئة الزراعية، وما يرتبط بها من عوامل تؤدى أو تساعد على حدوث التلوث بها.

## البيئة The Environment

البيئة بشكل عام هى الوسط الذى يعيش فيه الكائن الحى، يستمد منه الغذاء، ويتأثر بكل ما يتواجد فيه، ويؤثر هو أيضاً فيه، ونظرا لأن حياة الإنسان ورفاهيته هي محور الإهتمام، لهذا يميل بعض العلماء إلى تعريف البيئة بصورة عامة بأنها (كل ما يحيط بالإنسان من عوامل طبيعية وظواهر إجتماعية وأنظمه إقتصادية وإدارية وسياسية وقيم وتقاليد دينيه وعادات وتقاليد وعلاقات إنسانية وأساليب ثقافية سائدة فى مجتمع معين ).

وسيكون اهتمامنا في هذا المقام موجهاً — إن شاء الله تعالى - نحو العوامل الطبيعية والعوامل الحيوية فى البيئة، والتي قد يتسبب عنها أو يتواجد معها مصدراً من مصادر التلوث، وبسبب أن هذه العوامل الطبيعية والحيوية فى تفاعل مستمر مع بعضها البعض، وتخضع لتوازن دقيق بين كل العناصر التي تشكل البيئة، لذا لزم أن نتكلم عن النظام البيئي وعناصره، لأن التلوث البيئي غالباً ما يُحدث خللاً في التوازن الحيوي، يؤدى في أحيانٍ كثيرة إلى هدم النظام البيئي وتدميره.

النظام البيئى Ecosystem هو مساحة من الطبيعة تتواجد فيها الكائنات الحية، سواء كانت بحرية أو أرضية، نباتية أو حيوانية، وتشتمل كذلك على المواد غير الحية، بشرط ان تكون الكائنات الحية والمواد غير الحية فيه في تفاعل مستمر بين بعضها البعض، وان تتواجد علاقات بين عناصر النظام البيئي، مبنية أساساً على تبادل الطاقة والمادة فيما بينها،

بمعنى انه يتميز بوجود توازن دقيق وصارم قائم ومستمر بين عناصره المختلفة، ونظرا لأن الحياة على سطح الأرض هى محور الإهتمام البيئى، ولأنها هبة الله سبحانه وتعالى لكل المخلوقات، وعلى رأسها الإنسان الذى كرّمه الخالق، جل وعلا، بنفخ الروح فيه، فقد درج علماء البيئة على إعتبار أن النظام البيئى يتكوّن من كائنات حيّة ومن عناصر غير حيّة، وتشتمل الكائنات الحية على مختلف الكائنات الحية المتواجدة فى الوسط البيئى سواء كانت نباتيه أو حيوانية أو كائنات دقيقة أو غيرها. وتنقسم الكائنات الحية بدورها إلى عناصر الإنتاج (المنتجات producers ) وعناصر الإستهلاك (المستهلكات consumers) وعناصر التحلل (المحللات decomposers) بالإضافة إلى العناصر الطبيعية غير الحيةnon-living .

تشتمل العناصر الطبيعية غير الحية على المركبات العضوية وغير العضوية المتواجدة في النظام البيئي، وعلى الهواء وما يحتويه من غازات مختلفة، وعلى الماء بكل صوره، وعلى الأرض وما تحتويه من تربة زراعية أو عناصر معدنية مختلفة، أو من بقايا تحلل كائنات حيّة سابقة، نباتية كانت أم حيوانية أو كائنات دقيقة، وتشتمل كذلك على العوامل الفيزيائية مثل الحرارة والرطوبة والصوت والضوء وغيرها، وعلى اشعة الشمس بكل موجات أطيافها، وتمثل هذه العناصر البيئة الفيزيقية التي تشكل الوسط الذي تحيا فيه وتتفاعل معه الكائنات الحية بمختلف أنواعها وأشكالها.

وتشتمل عناصر الإنتاج على الكائنات ذاتية التغذية autotrophic، وهى التى تكوّن المواد العضوية من عناصر بسيطة وماء بمساعدة الطاقة الضوئية، أى تنتجها من المواد الأولية، و تشتمل هذه المجموعة على النباتات الخضراء، التى تقوم بامتصاص الماء والأملاح المعدنية من التربة، وثانى أكسيد الكربون والطاقة الشمسية من الجو، وبمساعدة مادة الكلوروفيل الخضراء فى أنسجتها تقوم بعملية التمثيل الضوئى Photosynthesis، التى بها تقوم ببناء المواد الكربوهيدراتية ثم المواد البروتينية والمواد الدهنية وتطلق غاز الأكسجين فى الجو.

وتشتمل عناصر الإستهلاك على الإنسان وعلى كافة الحيوانات سواء تلك التى تتغذى على النباتات أو المفترسات التى تتغذى بدورها على آكلات الأعشاب أو على منتجات نباتية اخرى، وهى الكائنات غير ذاتية التغذية Heterotrophic، وهى التى تعتمد على غيرها فى

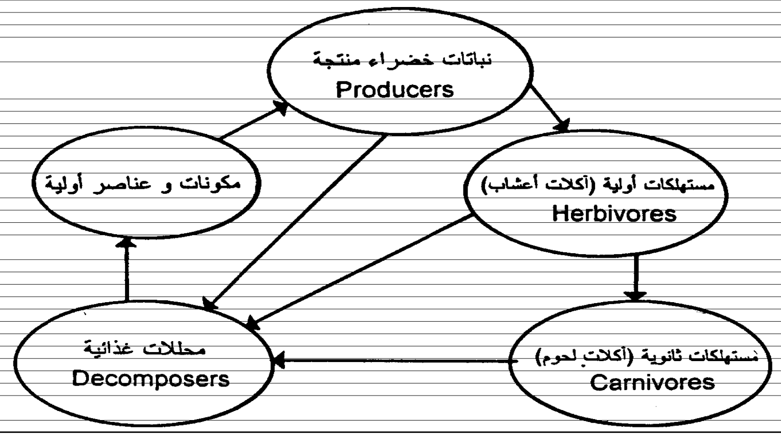
الحصول على الطاقة من مواد عضوية، تقوم كائنات أخرى بتوفيرها لها، وهذه الكائنات المستهلكة إما أن تكون مستهلكات أولية، وهى التى تعتمد فى غذائها على الأعشاب والنموات الخضرية وتسمي آكلات عشب Herbivores أو مستهلكات ثانوية، وهى التى تعتمد في غذائها على حيوانات أخرى، وتسمى أيضا آكلات لحوم أو لاحمة Carnivores.

وتشتمل عناصر التحلل على الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا والفطريات، التى تقوم بتحليل أجسام ومخلفات الكائنات الحية جميعها، من نباتية وحيوانية وكائنات بحرية إلى عناصرها الأولية للحصول على الطاقة، فيتحرر منها أثناء ذلك مواد بسيطة أولية تعمل على إكمال الدورة الغذائية، وتعيد دورة الحياة من جديد.

بهذه الأنواع الثلاثة من الكائنات الحية تكتمل الدورة أو السلسلة الغذائية، حيث تعمل النباتات الخضراء كبوابة تدخل منها المركبات الأولية والبسيطة لتندمج فى المكونات الحية للكائنات المختلفة، وتستمر الدورة إلي أن تستكملها الكائنات المحللة بإطلاقها للمركبات الأولية والبسيطة مره أخرى في البيئة.

وتتفاعل الكائنات الحية مع بعضها البعض، حيث يرتبط كل منها بعلاقة مع الآخر من جهة وبالعناصر الأخرى غير الحية والعوامل البيئية المحيطة بها من جهة أخرى، بحيث تكون وهى مجتمعة أساس النظام البيئي في شكله المتوازن والمستقر. وهذا التتابع في انتقال المادة الغذائية وما يرتبط بها من انتقالات للطاقة هو ما يعرف باسم السلسلة الغذائية Food chain وذلك كما يتضح من الشكل رقم (١).

من العوامل الأساسية التى تساهم فى سلامة واستقرار النظام البيئي هو تعقده أو تنوعه، فكلما كثرت الأنواع النباتية والحيوانية التي يشملها نظام بيئي معين، كلما كان هذا النظام اكثر قدرة على التكيف مع الظروف المتغيرة المحيطة به، سواء كان هذا التغير قصير الأجل أو طويل الأجل، ولذلك فإن محاولات الإنسان بالتدخل في هذه النظم باحداث تغيير فى واحد او اكثر من مكوناتها، او استبعاد واحد أو أكثر من عناصرها، قد تؤدى إلى انهيار هذا النظام البيئي، ويحل محله نظام بيئي جديد يكون أكثر ملاءمة للوضع الجديد.




**شكل (١): سلسلة غذائية Food chain**

## التلوث البيئي Environmental Pollution

**تستعمل كلمة التلوث فى الوقت الحالى كمرادف لكلمة الفساد، لذا فإن التلوث بمعناه العام هو الفساد المادي أو الفساد العقيدي أو الفساد المعنوى. فإذا حصرنا أنفسنا في تعريف التلوث المادى، نجد انه يعني تغيير متعمد أو تلقائى (عفوى) فى شكل البيئة، ينتج غالبا عن فعل أو نشاط الإنسان.**

**يعرف التلوث البيئى بأنه ( إدخال مواد لايستفاد منها ) أو ( أدخال طاقة اضافية الى البيئه بواسطة الانسان بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، يتسبب عنها تلفا فى صحته، أو فى بيئته التى يعش فيها او فى مسكنه وكل ما يحتويه، أو فى عمله وما يرافقه فيه، أو فى كل من تربطه بهم علاقة مادية أو معنوية ) كما يعرف التلوث البيئى كذلك بأنه ( تواجد أو انتشار شيء ما فى موضع لا يراد له ان يتواجد فيه )**

ويعرف التلوث البيئى كذلك بأنه ( إقحام مادة أو إحداث تأثير يغير من شكل البيئة جزئيا أو كليا وذلك بتغيير معدل النمو أو التكاثر الطبيعين للكائنات الحية، أو يتدخل فى آليات السلاسل الغذائية، ويكون ذا أثر سام أو ضار، أو أن يتداخل مع الصحة العامة أو الراحة الشخصية للأفراد، أو أن يفقد الممتلكات الشخصية للأفراد قيمتها وجوهرها).

يؤثر التلوث عموما على واحد أوأكثر من مكونات النظام البيئى، مما يفقده توازنه ويصبح عرضه للإنهيار، و يعرف التلوث كذلك بصوره عامه بأنه (حدوث تغيير فى واحد أو أكثر من الخصائص الفيزيائية أو الكيمائية أو الحيوية لكل أو بعض مكونات الغلاف الحيوى مثل الماء أو التربة أو الهواء أو النبات أو غيرها، بواسطة المواد التى يتم دفعها فى البيئة والتى تنتج من نشاط الإنسان ). وغالبا ما يؤدى هذا التغيير الى حدوث أثار ضارة على صحة الأنسان وعلى رفاهيته وأيضا على صنفى الحيوان والنبات وأحيانا على المواد غير الحية المرتبطة بالبيئة.

أصبح التلوث البيئى ظاهرة عالمية، تعانى منها جميع شعوب الأرض جميعا، بما لها من أضرار، إذ لم تعد البيئة المحيطة بقادرة على تجديد مواردها الطبيعية، وعلى علاج الإختلالات البيئية الحادثة فيها، من جراء نشاط الإنسان وعبثه فى بعض الأحيان، فلا يقتصر التلوث البيئى على بلد بعينه، أو قارة بعينها، لكن تعدى الحدود، ووصل إلى أطراف المعمورة، فلم تسلم منه بلد أو تنجو منه قارة، كل ما هناك أن العالم كله بقاراته وبلدانه يحاول أن يخفف من وطأة وجبروت التلوث البيئى التى تتمادى بعض الدول فى إطلاقه، متحدية بذلك المواثيق الدولية، التى تنظم إطلاق الملوثات البيئية الأشد وطأة على دول العالم الثالث، الأقل قدرة على مواجهة غول التلوث البيئى العابر للقارات.

ينتج التلوث غالبا من إدخال مخلفات الصناعة ونواتج الاحتراق وغيرها من الملوثات فى الوسط المحيط بالبيئة أو الوسط المكون لها، بكميات كبيرة، عن طريق مداخن المصانع والأفران، أو نفايات المجارى أو مطروحات المنازل، أو من الحوادث العفوية فى البحار والمحيطات وأحيانا على الطرق بين شاحنات الغاز أو الزيت أو المواد الكيماوية الخطرة، أو فى محطات توليد القوى الكهربائية أو المفاعلات النووية، كما ينتج التلوث كذلك من الإمعان فى إستغلال

الموارد الطبيعية إستغلالاً جائراً، دون النظر إلى التوازن البيئي وإلى إحتياجات الكائنات الحية التي تعيش في الغلاف الحيوى.

ومما لا شك فيه أن الأسلوب الذي اختاره الإنسان نمطاً لحياته، له دخل كبير في تفاقم مشكلة التلوث البيئى، فبالإضافة إلى ما سبق أن ذكرناه، فإن هناك من العوامل ما جعل مشكلة التلوث البيئي أكثر تفاقماً، ومن هذه العوامل ما يلي : -

١ - تركز النشاط الصناعي والتجارى في المدن الكبرى ذات الكثافة السكانية العالية وبما يترتب عن هذا النشاط وتلك الكثافات السكانية العالية من تلوث.

٢ - التخلص من أشجار الغابات لتوفير مساحات لاستزراع محاصيل اقتصادية مكانها، أو الإستزراع وحيد المحصول Monoculture مكان الأحراش النامية طبيعياً، وهذا من شأنه أن يؤدى إلى إستبدال نظام بيئي معقد (لإحتوائه على العديد من الكائنات الحية النباتية والحيوانية) بنظام بيئي بسيط (لإحتوائه على عدد قليل جداً من الأصناف النباتية والحيوانية). هذا التبسيط للنظام البيئي يؤدى إلى انهياره، واستبداله بنظام بيئي آخر يناسب الظروف المستجدة فى المنطقة.

٣ - صرف المخلفات المنزلية والصناعية فى البحيرات والأنهار والبحار يحدث تلوثاً لهذه المسطحات المائية، مما يؤدى إلى إفساد مياهها، ويؤدى بالتالى إلى تقليل دورها الحيوى، ولا يقتصر الأمر هنا على تقليل درجة الإستفادة الإنسانية منها، بل يتعدى ذلك إلى أن تصبح مصدراً من مصادر الإيذاء للجنس البشرى، بما يتراكم فيها من ملوثات، أو بما ينتج عنها من كائنات ملوثة أو مؤذية، وذلك إذا سمحت ظروف تلوثها أن تعيش فيها هذه الكائنات، والأمثلة على ذلك أنهار كثيرة فى العالم مثل نهر الراين ونهر السين وغيرهما.

٤ - التخلص من النفايات الكيماوية السامة والخطرة والنفايات الذرية فى مواقع تصبح فيها خطراً على البيئات المجاورة، ويتمثل ذلك فى محاولة الدول المتقدمة صناعياً أن تبعد هذه المخلفات خارج حدودها بتصديرها إلى دول أخرى فقيرة، تقبل أن تكون أراضيها مستودعاً لهذه النفايات كما سمعنا ونسمع عن هذه المشكلة فى المؤتمرات العالمية الخاصة بالبيئة، وقد يصل الأمر ببعض هذه الجهات إلى التخلص من أمثال هذه الملوثات بدفنها في أعماق المحيطات وأعالي البحار.

٥ - التراخي في تنفيذ شروط السلامة والأمان في تشغيل المؤسسات التي تتعامل مع المواد الخطرة مما يعرضها لحوادث يترتب عنها تلوثاً على نطاق واسع، ومنها على سبيل المثال :

أ- حادثة إنفجار المفاعل النووي في تشرنوبل بأوكرانيا والتي ادت إلى حدوث تلوث إشعاعي في المنتجات الزراعية والحيوانية (خاصة منتجات الألبان) في عدد كبير من بلدان اوروبا، كما سبق ذكره، الأمر الذي جعل الكثير من الدول المستوردة لهذه المنتجات تدقق في فحص وارداتها منها خشية تسرب التلوث الاشعاعي مع هذه الواردات.

ب- حادثة الإنفجار في مصنع الكيماويات والتي حدثت في بهو بال بالهند (عام ١٩٨٤ في مصنع يونيون كاربيد) والتي ترتبت عنها انطلاق الغاز السام للأعصاب (ميثايل أيزوثيوسيانات MIT ) وترتب عن هذه الحادثة أكثر من ألفي قتيل وأكثر من ٢٠٠٠٠٠ شخص من المصابين بأمراض خطيرة أهمها العمى.

جـ- حادثة لندن الشهيرة في الفترة من ٣- ١٠ ديسمبر ١٩٥٢، حيث سكن الهواء وانخفضت درجة الحرارة وزادت الرطوبة وكثر الضباب الدخاني Smog الملوث بالغازات السامة، مثل أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات المتصاعدة من أفران المصانع ومواقد الفحم في البيوت، فانعدمت الرؤية حتى وصل مداها إلى حوالى ثلاثة أمتار فقط، وقد ترتب عن كل ذلك موت أربعة آلاف شخص فيها خلال هذه الفترة، بخلاف العديد من الإصابات التي تم إسعافها.

٦ - الإفراط في استعمال غازات الفلوروكلوروكربون فى أجهزة التكييف وفى العبوات المضغوطة الذى أدى إلى تآكل طبقة الأوزون وأحدث ثقباً فيها فوق منطقة القطب الجنوبى، وما لم يتوقف هذا التآكل في طبقة الأوزون، فإن ذلك من شأنه ان يؤدي إلى نفاذ الأشعة فوق البنفسجية إلى جو الأرض بكميات قد تؤدي إلى حدوث أمراض كثيرة بسبب كثرة هذه الأشعة.

٧ - الإفراط وسوء إستخدام الكيماويات الزراعية، خاصة المبيدات طويلة البقاء في البيئة، والتي عملت على الإخلال بالتوازن الحيوي بين كائنات النظام البيئي، إضافة إلى تراكمها في الأنسجة الدهنية لهذه الكائنات.

٨ - تدمير او إنحسار الغطاء النباتي في الغابات والأحراش بسبب الرعي الجائر، أو بغرض زراعة محاصيل مكانها، أو بفعل الأمطار الحامضية التى تسقط عليها والمحتوية على الغازات الحامضية المتصاعدة من الأفران التي تستعمل الفحم كوقود (مثل أكاسيد الكبريت واكاسيد النيتروجين) كل ذلك ادى إلى تخريب الغطاء النباتى، مما ساعد على حدوث الإنجراف للتربة الخصبة، أو زحف التصحر، كما ادى ذلك أيضاً إلى الأخلال بالتوازن الحيوي في هذه البيئات.

٩ - إنقراض أعداد متزايدة من الكائنات الحيوانية والنباتية، لسبب أو لآخر، يؤدي بدوره لأن يفقد النظام البيئي واحد من أهم عناصر التوازن بين مكوناته، مما يجعله أكثر عرضة للإنهيار بتأثير أحد العوامل التي يتعرض لها.

## أنواع التلوث والملوثات

## Pollution and Pollutants

يمكن تقسيم أنواع التلوث بعدة طرق، لكننا سنلجأ هنا إلى أبسط طرق التقسيم، وعموماً فإن التلوث الذى نهتم بدراسته هنا ينقسم إلى نوعين رئيسيين هما:-

١ - التلوث المادى:

هو الذى ينتج من إقحام عناصر مادية فى البيئات الحيوية، مما يترتب عنه إحداث خللاً أو فساداً فى آلياتها، تظهر نتائجه بمرور الوقت، مثل التلوث الذى يحدث من مخلفات المصانع والنفايات والمواد الكيماوية التى يفرط الإنسان فى إستعمالها دون دراية بما تحدثه من تدمير لبيئة الإنسان.

٢ - التلوث غير المادى:

وهو الذى ينتج من تأثير عناصر غير مادية على البيئات الحيوية مثل التلوث الضوضائى الذى يعذب الإنسان او التلوث بالإشعاع الذرى أو التلوث الحرارى، وهذه كلها مؤثرات فيزيقية.

وتنقسم أنواع الملوثات كذلك إلى الأقسام التالية :-

١ - ملوثات طبيعية :

هى الملوثات التى لا يتدخل الإنسان فى إحداثها، مثل الغازات والأبخرة التى تتصاعد من البراكين، أو تأثير الإنفجارات الشمسية على إضطرابات الطقس، أو انتشار حبوب اللقاح في الجو من النباتات التى تنمو طبيعياً فى البيئات الحيوية، أو الكائنات الدقيقة (بكتريا وفطريات وفيروسات) التى تنتشر طبيعياً، وبدون تدخل الإنسان، فى الجو وفي مصادر المياه المختلفة وفى غيرها من الأوساط.

٢ - ملوثات صناعية :

وهى الملوثات التى إستحدثها الإنسان من خلال نشاطه الصناعى، كالغازات و الأبخرة والمواد الصلبة التى تنتج من مداخن المصانع وكعادم للسيارات وأيضاً المخلفات الناجمة عن نشاط البشر وحركتهم ومعيشتهم.

٣ - ملوثات كيميائية :

وهى المواد الكيميائية التى يتعامل فيها الإنسان كالمبيدات بأنواعها المختلفة (حشرية وفطرية وحشائشية) والمنظفات الصناعية والمعقمات الكيماوية ونواتج الصناعات البترولية وصناعات الغزل والنسيج والحديد والصلب والمفرقعات والأسمدة وغيرها.

٤ - ملوثات فيزيائية :

كالضوضاء والإشعاعات الذرية والتلوث الحرارى للمياه الذى ينتج من إستخدام كميات وفيرة منها للتبريد فى محطات توليد القوى بالوقود العادى أو بالوقود الذرى، ثم إعادة إلقائها فى البحر أو البيئات المائية مما يسبب تلوثاً حرارياً لهذه البيئات البحرية

٥ - ملوثات حيوية (بيولوجية) :

وهي الكائنات الحية التى تنتشر بشكل كبير فى البيئات المختلفة، مسببة أضراراً فائقة بصحة الإنسان نفسه وبزراعاته وحيواناته، وأيضاً فى مقتنياته المختلفة وتشتمل هذه الكائنات على البكتريا والفطريات والفيروسات والأنواع المختلفة من الكائنات الأخرى التى نعتبرها آفات صحية أو زراعية على الإنسان أو الحيوان أو النبات.

## الغلاف الحيوى Biosphere

تتركز الحياة بكل صورها وأشكالها فى كتلة من الكرة الأرضية يطلق عليها إسم الغلاف الحيوى، حيث أن هذا الغلاف الحيوى هو المجال الذى يحدث فيه نشاطاً مركزاً للكائنات الحية، كما يحدث فيه كذلك التغيرات الأساسية الفيزيائية والكيماوية التى تطرأ على المواد غير الحية من الكرة الأرضية، ولهذا فهو أكثر عرضة لإستقبال الجانب الأكبر من التلوث البيئي.

وتنحصر حدود الغلاف الحيوى فى إشتماله على جزء من الغلاف الهوائى يرتفع فوق سطح الكرة الأرضية (التربة) بمقدار من ٣٠-٤٠ متراً، وقد يتجاوز ذلك كثيراً فى بعض الأحيان، وعلى جزء من القشرة الأرضية يصل إلى عمق ١٠-١٢ متراً تحت سطح التربة، وقد يتجاوز ذلك ايضا فى احيان كثيرة، كما تشتمل كذلك على كامل الغلاف المائى بما فيه كل أعماق البحار والمحيطات والمياه الجوفية وغيرها.

يشمل الغلاف الهوائى كل ما فى الغلاف الجوى من غازات وأبخرة وجسيمات عالقة ودقائق رملية وذرات معادن وغيرها ، ويشمل الغلاف المائى كل ما على القشرة الأرضية أو فى باطنها من كتل مائية سواء فى صورة بحار أو محيطات أو أنهار أو بخار ماء عالق أو ضباب أو ثلوج أو غيرها ، أما اليابسة فتتشكل من سائر الجمادات الأخرى كالجبال والهضاب والتربة، بجانب الماديات الأخرى الضرورية للحياة، كالمبانى والمنشآت وطرق النقل ووسائل النقل كذلك وغيرها.

# الفصل الثانى

## التلوّث الهوائى

* مقدمة * أنواع التلوث الهوائى * مصادر التلوث الهوائى * ملوثات الهواء * تلوث الهواء بكيماويات متولدة من تفاعلات ضوئية * تهتك حاجز الأوزون.

### مقدمة

يقصد بالهواء هنا بأنه الوسط الغازى الذى يحيط بالكرة الأرضية عموماً، ونعرفه هنا مجازاً بأنه الغلاف الجوى atmosphere، ويتكون الغلاف الجوى من مزيج من عدة غازات، أهمها الأكسجين الذى يشكل ٢٠٪ من مجموعة الغازات المحيطة بالكرة الأرضية، و من النيتروجين بنسبة ٧٨٪ من وزن الهواء، بالإضافة إلى غازات أخرى بنسب أقل مثل ثانى أوكسيد الكربون بنسبة ٠,٠٤٪ وبعض الغازات الخاملة مثل الهيليوم والنيون والأرجون والكريبتون، التى تتواجد بنسب ضئيلة جداً، هذا بالإضافة إلى بخار الماء، الذى يتواجد بنسب متفاوتة تختلف من منطقة إلى أخرى.

يحيط الغلاف الجوى تماماً بالكرة الأرضية، ويصل سمك طبقاته من ٨٠٠ إلى ١٠٠٠ كيلومتر، ويبلغ أقصى إرتفاع له عند خط الإستواء، فى حين يكون فى أدنى مستواه عند القطبين، ويعتقد كثير من العلماء أن الغلاف الجوى يمتد حتى يصل إلى حافة الفضاء الخارجى، بسمك قد يصل إلى ٤٠٠ ألف كيلو متر، إلا أن ما يقرب من ٩٩,٩ ٪ من كتلة هذا الغلاف الجوى تحيط بالكرة الأرضية حتى إرتفاع أقصاه ٥٠ كيلو متراً.

يلتصق الغلاف الجوى بالكرة الأرضية بقوة الجاذبية الأرضية، وتقل كثافته كلما إبتعدنا عن سطح الأرض، وتنشأ فيه الرياح والأمطار والسحب والعواصف والأعاصير، الرياح هواء متحرك يدور حلزونياً حول منطقة ضغط منخفض لأعلى فى عكس إتجاه عقرب الساعة، وحول منطقة ضغط مرتفع لأسفل وفى إتجاه عقرب الساعة.

وتنحصر أهمية الغلاف الجوى فى نقاط أهمها ما يلى :-

١- أحد العناصر اللازمة لأستمرار الحياة على سطح الأرض، وتستمد جميع الكائنات الحية منه على الغازات اللازمة لقيامها بوظائفها الحيوية.

٢- عامل فعال فى المحافظة على ثبات درجة الحرارة اليومية على الأرض، وتضييق مدى الإختلاف فى درجاتها بين الليل والنهار.

٣- يعمل على حجز الإشعاعات الضارة بالحياة والصادرة من الشمس، خاصة الأشعة فوق البنفسجية.

٤- يعمل ليلاً على الإحتفاظ بحرارة الأرض ويمنعها من التسرب إلى الفضاء الخارجى المحيط بالأرض.

٥- تتكون فيه السحب والرياح والأمطار، كما أنه وسيلة إنتقال الأصوات.......وغيرها.

يتكون الغلاف الجوى من أربع طبقات تشتمل على :-

١- طبقة الجو السفلية (تروبوسفير Troposphere) :

وهى الطبقة السفلية من الغلاف الجوى والمتصلة بسطح الأرض مباشرة، ويصل إرتفاعها عنه بما يتراوح بين ٨ كيلومترات عند القطبين، و ١٦ كيلومترا عند خط الإستواء، وتحتوى هذه الطبقة على ما يقرب من ٨٠٪ من كل كتلة الغلاف الجوى، وتتكون من خليط من الغازات أهمها النيتروجين (ونسبته ٧٨٪ تقريبا) والأكسجين (٢٠٪ تقريباً) وغازات أخرى مثل ثانى أكسيد الكربون، وبعض الغازات الخاملة مثل الأرجون والنيون والهليوم والكريبتون، كما قد يتواجد الأوزون($O_3$) فى هذه الطبقة بنسبة ضئيلة جداً، وتحتوى هذه الطبقة أيضاً على الماء فى صورة بخار ماء أو فى صورة رذاذ أو ضباب أو متراكما فى شكل سحب، وقد تصل نسبة الماء فىهذه الطبقة إلى ٤ ٪ من حجمها، وتنخفض درجة حرارة طبقة الجو السفلية مع الإرتفاع حتى تصل إلى ما يقرب من ٦٠ إلى ٧٠ م تحت الصفر فى المنطقة العليا منها.

٢- طبقة الجو العلوية (ستراتوسفير Stratosphere) :

وتلى طبقة الجو السفلية مباشرة، وتقع عند متوسط إرتفاع يقارب من ١٢ وحتى ٥٠ كيلو متراً فوق سطح الأرض تقريباً، وتتميز هذه الطبقة باحتوائها على نسبة ضئيلة جداً من بخار الماء، لذا لا يتكون فيها سحب، كما تحتوى على نسبة أعلى من غاز الأوزون $O_3$ الذى يتكون من جزيئات الأكسجين $O_2$ بفعل الأشعة فوق البنفسجية التى تصل إليها ضمن أشعة الشمس، كما يلى :-

$$3\,O_2 + h\nu \;(\text{طاقة الأشعة فوق البنفسجية}) \longrightarrow 2O_3$$

تتجمع طبقة الأوزون فى الجزء العلوى من طبقة الجو العلوية (ستراتوسفير) وطبقة الجو الوسطية (ميزوسفير) بارتفاع يتراوح من ٢٠ إلى ٣٠ كيلومتراً، وبتركيز للأوزون يصل إلى ٠,١ — ٠,٢ جزء فى المليون، وتعمل طبقة الأوزون كدرع يقى الأرض من وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى سطحها، حيث تقوم هذه الطبقة بامتصاص القدر الأكبر من هذه الأشعة قبل وصولها إلى هذا السطح وإلا دمرت الحياة على سطح الكرة الأرضية، ويؤدى إمتصاص الأشعة فوق البنفسجية لتكوين الأوزون فى هذه الطبقة إلى رفع درجة حرارتها إلى ما يقرب من ٣٠ م.

٣- طبقة الجو الوسطية (ميزوسفير Mesosphere) :

وهى الطبقة الثالثة من الغلاف الجوى المحيط بالأرض، وتمتد من إرتفاع ٥٠ إلى ٨٠ كيلومترا فوق مستوى سطح البحر، وتتميز هذه الطبقة بالتناقص المستمر فى درجة الحرارة مع الإرتفاع الرأسى فيها حتى تصل هذه الدرجة فى أعلاها إلى حوالى ١٣٨ درجة مئوية تحت الصفر، وهى أقل درجة حرارة فى الغلاف الجوى بكامله، ولا تحتوى هذه الطبقة على بخار الماء، ولكنها تحتوى على نسبة عالية من الأوزون كما أسلفنا، وتحترق كل الشهب التى تصلها وتتلاشى عند هذا النطاق، وتقل كتلة الغاز جداً فى هذه الطبقة بالمقارنة بكتلته فى طبقة الجو العلوية، كما تتناقص درجة الحرارة بدرجة كبيرة مع الإرتفاع فى هذه الطبقة.

٤- طبقة الجو الحرارية (ثيرموسفير Thermosphere) :

وهى الطبقة الأخيرة من طبقات الغلاف الجوى، وتبدأ من إرتفاع ٨٠ كيلومتراً تقريباً وحتى ٤٠٠ كيلومتراً، وفيها تكون الغازات بحالتها الذرية، والهواء فيها قليل الكثافة.

وتنقسم هذه الطبقة إلى عدة طبقات، يتميز النطاق الأسفل منها (من ٨٠ إلى ١١٥كيلو متر تقريبا) بغزارة نسبة الأكسجين والنيتروجين، أما بعد هذا النطاق فتكثر فيه نسبة غازات الهيدروجين والهيليوم، وتمتص هذه الطبقة قدراً كبيراً من أشعة الشمس، حيث يحدث فيها تأين فى جزيئات غازاتها، وترتفع حرارة بعض أجزائها إلى حوالى ١٠٠٠ إلى ١١٠٠ م نتيجة للتصادم الذى يحدث بين جزيئات وذرات المادة المكونة لها، ويحدث عند هذه الطبقة أيضاً إنعكاس الموجات اللاسلكية القصيرة لترتد ثانية إلى سطح الكرة الأرضية.

وخلافا للطبقات الأربع السابقة، يتواجد طبقة أخرى تعرف باسم الطبقة الأيونية ( ايونوسفير Ionosphere) تقع بين (وتتداخل مع) طبقتى ميزوسفير وثيرموسفير، وتتميز بوجود الألكترونات والأيونات فى صورة حرة نتيجة للتفاعلات الكيموضوئية التى تحدث لغازات الأكسجين والنيتروجين بتأثير الأشعة فوق البنفسجية المتوافرة عندها بغزارة، وبالتالى تستهلك فيها معظم هذه الأشعة الصادرة من الشمس، مما يحمى الحياة على سطح الأرض من الأضرار المحتملة من هذه الأشعة.

٥ - طبقة الجو الخارجية (اكزوسفير Exosphere) :

تبدأ هذه الطبقة من إرتفاع ٤٠٠ كيلو متراً تقريباً فوق سطح الكرة الأرضية، وتنتهى عند حافة الفضاء الخارجى للكرة الأرضية، والغاز الرئيسى فيها هو الهيدروجين، وحركة جزيئات الغاز فيها سريعة جداً، وتتحرر بعضاً من جزيئات هذا الغاز من تأثير الجاذبية الأرضية وتخرج بالتالى من حيز الغلاف الجوى للكرة الأرضية إلى الفضاء الخارجى.

## أنواع التلوث الهوائى

يعرف التلوث الهوائى عامة بأنه تحميل الهواء بمواد صلبة أو سائلة أو غازية، أو تغيير واضح فى نسب الغازات المكونة للهواء، ويؤدى (أيهما أو كلاهما) إلى إحداث أضرار مباشرة أو غير مباشرة بالكائنات الحية أو بالمكونات غير الحية للنظم البيئية الموجودة، أو قد يجعل (أيهما أو كلاهما) ظروف المعيشة للكائنات الحية فى هذه النظم البيئية غير ملائمة لاستمرار حياتها، أو قد يسبب أضرارا إقتصادية فى الآلات والمعدات ومقتنيات الإنسان، وينحصر التلوث

الهوائى عادة فى طبقة الجو السفلية (تروبوسفير)، وقد يمتد أحياناً ليصل إلى المنطقة السفلى من طبقة الجو العلوية ( ستراتوسفير).

يحدث التلوث الهوائى عندما تدخل جسيمات عضوية أو غير عضوية إلى الهواء الجوى وتشكل أضرارا على عناصر البيئة، ونتيجة التغير الكمى والنوعى الذى يطرا على عناصر النظام البيئى يصاب بعدم الكفاءة وبحدوث خلل فى مكوناته ووظائفه، والتلوث الهوائى من أكثر أشكال التلوث البيئى إنتشارا لسهولة إنتقاله من منطقة إلى اخرى خلال فترة زمنية قصيرة نسبيا.

يتسبب التلوث الهوائى فى كوارث بيئية كبيرة، كما حدث فى بلجيكا عام ١٩٣٠، فقد أدى وجود نسبة مرتفعة من ثانى أكسيد الكربون مقترنا بالدخان والضباب إلى وفاة أكثر من ٦٠ شخصا وإصابة عدد كبير بإصابات مختلفة، وما حدث فى لندن عام ١٩٥٢ التى ادت إلى موت ما يربو على أربعة آلاف شخص.

وينقسم التلوث الهوائى تبعا للحيز المكانى الذى يصل إليه إلى عدة أقسام كما يلى :-

١- تلوث محلى (Local) :

وهو التلوث الهوائى الذى يرتبط بأماكن محددة، كالتلوث الذى يحدث لمدينة أو لبحيرة أو لمنطقة صناعية محددة أو غيرها.

٢ – تلوث إقليمى(Regional) :

وهو التلوث الهوائى الذى يشمل منطقة أكبر، تضم عدة دول أو حتى قارة بأكملها، مثل تلوث حوض البحر الأبيض المتوسط أو تلوث قارة أوروبا.

٣- تلوث عالمى(Universal) :

وهو التلوث الهوائى الذى تنتشر الملوثات فيه على مساحات كبيرة، وتصل إلى مناطق بعيدة عن مصادرها، مثل التلوث بالإشعاعات الذرية الذى يتجاوز الإقليم الذى يحدث فيه، أو التلوث الناشىء عن زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى جو الكرة الأرضية، أو تآكل طبقة الأوزون فى طبقات الجو العلوية والمتوسطة وغيرها.

# مصادر التلوث الهوائى

لتلوث الهواء مصادر متعددة، بعضها طبيعى والبعض الآخر ينشأ من الإفراط فى إستخدام الثروات الطبيعية أو من انشطة الإنسان المختلفة، وتنحصر أهم مصادر التلوث الهوائى فيما يلى :-

**١ - ملوثات طبيعية المنشأ :**

يقصد بالملوثات طبيعية المنشأ تلك التى تتواجد طبيعياً فى الهواء دون أن يكون للإنسان تدخل مباشر أو غير مباشر فى وجودها بالمقدار أو الحد التى اصبحت فيه (أو اعتبرت عنده) إحدى الملوثات للجو، والأمثلة على ذلك كثيرة منها :-

أ- حبوب اللقاح التى يزداد تواجدها فى الجو بنسبة عالية خلال فصل الربيع، مما قد يسبب مرض الحساسية الربيعى عند بعض الأشخاص، ويزيد من خطورتها إستمرار تعلق هذه الحبوب فى الجو لفترات طويلة، وذلك لدقة وزنها وضآلة حجمها.

ب- الجراثيم والبكتريا التى تنتشر فى الجو كنتيجة للنشاط الزائد للكائنات الدقيقة المحللة للمادة العضوية decomposers.

جـ- إرتفاع نسبة ثانى اكسيد الكربون($CO_2$) فى الجو كنتيجة للنشاط الحيوى للكائنات الحية عموماً أو للتفاعلات الطبيعية التى تنتج هذا الغاز، علماً بأن إرتفاع نسبة هذا الغاز فى الجو يترتب عنه إرتفع ملحوظ فى كمية الحرارة التى يختزنها المحيط الحيوى، وذلك لقدرة هذا الغاز على إمتصاص الأشعة تحت الحمراء التى تصل إليه مع أشعة الشمس، ومن المعروف ان هذه الأشعة ذات تأثير حرارى فى المقام الأول.

د- الغبار العالق فى الهواء والذى يتراكم فيه كنتيجة لحركة الرياح أو الحرائق أو كنتيجة لنشاط البراكين أو الغبار الكونى أو غيرها.

**٢ - نواتج إحتراق الوقود :**

الملوثات الناتجة عن إحتراق الوقود بأنواعه المختلفة، سواء كان مواد عضوية أو فحم أو منتجات بترولية هى أكثر الملوثات إنتشاراً وتأثيراً فى النظام البيئى، خاصة فى المجتمعات المكتظة بالسكان والحافلة بالنشاط الصناعى، ومن أهم ملوثات الهواء التى تنتج من إحتراق

الوقود بأشكاله المختلفة هى غازات أول وثانى أكسيد الكربون بالإضافة إلى الهيدروكربونات التى تنتج من الحرق غير التام للمنتجات البترولية أو للفحم، وكذلك أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والسناج (وهو نوع من الهباب soot يتكون من حبيبات دقيقة جداً من الفحم لا تتعدى أقطارها عن ميللى ميكرون واحد ويمكن أن تتحد حبيبات الهباب مع بعضها لتكون الدخان الأسود) هذا بالإضافة إلى الغبار الذى يتكون من حبيبات فحم مرتبطة مع رماد المعادن المختلفة والتى تنتج عن حرق مختلف أنواع الوقود أو عن الحرائق، وكذلك الرصاص ومشتقاته الذى ينتج من الإحتراق غير الكامل لوقود المركبات ذات رقم الأوكتين المرتفع والمحتوى على رابع إيثايل الرصاص أو رابع ميثايل الرصاص كمادة مانعة للصدمة anti-knock التى قد تنتج مع حدوث الإحتراق له داخل الآلات .

تعتبر المركبات المختلفة، مثل السيارات بأنواعها المختلفة والقطارات وغيرها من الآلات صاحبة النصيب الأكبر فى إحداث التلوث الهوائى، الذى ينتج أساساً عن إحتراق الوقود داخل هذه الآلات، حيث يتعدى ما تولده هذه المركبات من ملوثات إحتراق الوقود عن نصف مجموع ما يتم دفعه فى الجو من الملوثات الناتجة عن إحتراق الوقود فى دولة واحدة مثل الولايات المتحدة الأمريكية.

٣ - مخلفات الصناعة :

للصناعة مخلفات أخرى تحدث تلوثاً للهواء، بالإضافة إلى ما تنتجه من ملوثات للهواء من إحتراق الوقود فيها والسابق الإشاره إليها، فالصناعات الكيميائية، مثل صناعات النفط، تطلق فى الهواء ملوثات غازية متباينة مثل النشادر وكبريتيد الهيدروجين وأول أكسيد الكربون، أما صناعات الأسمدة الفوسفاتية والألومونيوم فتطلق غاز فلوريد الهيدروجين ومشتقات الفلور الأخرى، ويتخلف غبار السليكا وأكاسيد الحديد عن صناعات الأسمنت ومحاجر الحديد، كما تطلق صناعات أخرى عنصر الزئبق وهباب الكربون فى الجو بكميات كبيرة جداً، خاصة فى المدن المكتظة بالسكان مثل طوكيو ولندن ونيويورك.

٤ - ملوثات اخرى تنتج من حرق او إعادة إستخدام المخلفات البشرية والصناعية :

ينتج من حرق المخلفات الصناعية والبشرية حبيبات دقيقة جداً (متناهية في الصغر) قد تكون صلبة أو سائلة تتعلق فى الوسط الغازى، لضآلة حجمها وكتلتها، مكونة دخانا او ضبابا، وهذه النواتج قد تكون على صورة غبار او دخان او ضباب او سناج (هباب soot)، وقد يكون لهذه النواتج تأثير سام على النظم الحيوية الموجودة داخل الوسط البيئي التى تتواجد فيه.

## ملوثات الهواء

تنحصر اهم ملوثات الهواء فى أكاسيد عناصر الكربون والكبريت والنيتروجين، بالإضافة إلى العديد من الملوثات الأخرى المتولدة فى الجو من تفاعلات ضوئية أو غيرها من التفاعلات، وتنحصر اهم ملوثات الهواء عموماً فيما يلى :-

١ - أكاسيد الكربون ( ثانى أكسيد الكربون $CO_2$ وأول أكسيد الكربون CO ) :

يتواجد ثانى أكسيد الكربون طبيعياً فى هواء الغلاف الجوى biosphere بنسبة منخفضة قد تصل إلى ٠,٠٣ ٪ لأنه يشترك فى دورة حيوية فى البيئة تعرف بإسم دورة الكربون، وفيها تمتص النباتات الخضراء ثانى أكسيد الكربون من الجو، وتعمل على تحويله بمساعدة طاقة أشعة الشمس وبعض المركبات الأخرى إلى مواد عضوية، هذه الخطوة بالذات هى البالوعة الرئيسية التى تستنفذ معظم هذا الغاز من الجو، ينتج ثانى أكسيد الكربون أساسا من تنفس جميع الكائنات الحيه (هوائيا)، ومن عمليات حرق الوقود بكل أنواعه ومن غير ذلك من المصادر.

ومع التطور الذى حدث فى حياة البشر توفر العديد من المصادر التى تنتج كميات هائلة من غاز ثانى أكسيد الكربون وتدفعه فى الجو ( إلى الغلاف الحيوى)، وأهم هذه المصادر على الإطلاق الإستهلاك المتزايد للوقود (الفحم ومشتقات البترول وغيرها)، وأدى ذلك بالتالى إلى زيادة مستمرة فى إنتاج ثانى أكسيد الكربون، الذى يتم دفعه إلى جو الأرض دون أن يقابل ذلك زيادة مماثلة فى استهلاكه، بل حدث العكس تماماً حيث قابله نقص فى إستهلاكه نتيجة التخلص من مساحات كبيرة جداً من أشجار الغابات، أو نتيجة حدوث التصحر فى الأراضى

الزراعية والتى كانت نباتاتها ونمواتها وأشجارها تستهلك قدراً معقولاً منه، ادى هذا الوضع فى النهاية إلى إختلال التوازن بين إنتاج واستهلاك ثانى اكسيد الكربون فى جو الأرض، الأمر الذى أدى إلى حدوث تراكم مستمر فى نسبة هذا الغاز فى جو الأرض مع مرور الوقت.

تكمن المشكلة الناتجة عن إرتفاع نسبة ثانى اكسيد الكربون فى جو الأرض فى قدرة هذا الغاز على إمتصاص قدراً أكبر من الأشعة الحرارية (الأشعة تحت الحمراء IR) التى تنبعث من الشمس وتصل إلى جو الأرض، أو تلك التى تنعكس من سطح الأرض او تنتج عنها، وقد ادى ذلك إلى زيادة متلاحقة فى درجة حرارة الغلاف الحيوى المحيط بالأرض، ويودى هذا بالتالى إلى حدوث تغيير فى طقس الأرض، الأمر الذى قد يستتبعه ذوبان الجليد بكميات كبيرة فى المناطق الباردة مما يكون له إنعكاس شديد على الطقس، إذ من المعروف أن الجليد يعكس نسبة عالية جداً من حرارة الشمس، كما قد يكون لهذا التغيير فى طقس الارض تأثير شديد على دورية وكمية هطول الأمطار، وعلى إرتفاع منسوب المياه فى البحار والمحيطات، كنتيجة لإنصهار الجليد فى المناطق الباردة، إلى غير ذلك من الإخلال بهذه التوازنات البيئية المستقرة، أما أول اكسيد الكربون (CO) فيعتبر من أشد ملوثات الهواء سمية للكائنات الحية، وينتج هذا الغاز عن الإحتراق غير الكامل للوقود (مثل الفحم والمنتجات البترولية او غيرها) ويتكون أول أكسيد الكربون عن هذه العملية حسب المعادله التالية :-

$$2C + 2O \longrightarrow 2CO$$

وقود    اوكسجين    أول اكسيد الكربون

وتنتج النسبة الكبرى من أول أكسيد الكربون الجوى من الإحتراق غير الكامل للوقود فى السيارات والحافلات والمركبات المختلفة والتى تسير بالبنزين أو الكيروسين على وجه الخصوص، بسبب أن هذا المصدر يشكل المنبع الرئيسى للتلوث بهذا الغاز.

يدخل أول اكسيد الكربون إلى الرئتين مع غازات التنفس، ويتحد مع هيموجلوبين الدم مكوناً كربوكسى هيموجلوبين مما يفقد الهيموجلوبين الصلاحية فى نقل الأكسجين إلى الخلايا الحية لإتمام عملية التنفس داخلها، ولهذا تتعطل وظيفة الهيموجلوبين فى نقل الأكسجين اثناء عمليات التنفس نتيجة إرتباطه مع أول أكسيد الكربون، ولهذا السبب فإن

تعرض الإنسان لتركيز عالٍ من أول أكسيد الكربون ولو لوقت قصير، قد يؤدى إلى الموت السريع نتيجة توقف عملية تنفس الخلايا فيه.

٢ - أكاسيد الكبريت (ثانى أكسيد الكبريت $SO_2$ وثالث أكسيد الكبريت $SO_3$ ) :

تنتج أكاسيد الكبريت أساسا من عمليات الإحتراق التى يستعمل فيها الفحم أو المنتجات البترولية كوقود، سواء تمت هذه العمليات داخل البيوت أو فى محطات توليد الطاقة أو فى المصانع أو فى غيرها، وذلك لأن الفحم يحتوى على نسبة عالية نسبياً من الكبريت على صورة مركبات كبريتية قد تصل إلى ٠,٥ ٪ بالوزن، كما تحتوى كذلك مشتقات البترول المستخدمة كوقود فى محطات توليد الطاقة على نسبة من الكبريت مقاربة لنسبته فى الفحم، ويمكن أن ينتج ثانى أكسيد الكبريت $SO_2$ كذلك وبدرجة أقل ثالث أكسيد الكبريت $SO_3$ من مصادر أخرى طبيعية مثل البراكين أو غيرها.

يذوب ثانى أكسيد الكبريت $SO_2$ المندفع فى الهواء فى بخار الماء الجوى مكونا حامض الكبريتوز $H_2SO_3$، ويذوب كذلك ثالث أكسيد الكبريت $SO_3$ فى بخار الماء الجوى مكونا حامض الكبريتيك $H_2SO_4$، وبالتالى فإنه يتراكم فى الأجواء المحتوية على هذين الغازين (وأيضاً المحتوية على غازات أكاسيد النيتروجين) الأمطار الحامضية، بسبب تواجد أحماض ذائبه فى مياه هذه الأمطار مثل حامض الكبريتوز وحامض الكبريتيك، وقد يتأكسد ثانى أكسيد الكبريت فى الجو بمساعدة أشعة الشمس وفى وجود الأكسجين الجوى إلى ثالث أكسيد الكبريت حسب المعادلة التالية، مما يعطى الفرصة لتكون مزيد من حامض الكبريتيك :-

$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

ثانى أكسيد الكبريت ثالث أكسيد الكبريت

ثاني أكسيد الكبريت ذو تأثير مهيج للأغشية المخاطية ولأغشية القصبات الهوائية، ولهذا فإن وجوده فى الجو يسبب إلتهابات فى القصبات التنفسية، كما تؤدى زيادة نسبته أيضاً إلى الشعور بالإختناق، حيث وجد أن إرتفاع نسبة ثانى أكسيد الكبريت فى الجو عن ٥ ج م م (ppm) يعتبر التلوث به فى هذه الحالة تلوث خطر على الصحة العامة بطريقة مباشرة، كما يقلل من مدى الرؤية، ويزيد من حدوث التفاعلات الكيموضوئية photochemical التى تؤدى

إلى تكوين الضباب الدخانى smog، ويحدث أضرارا مختلفة بالنباتات، خاصة وأن هناك أنواع من نباتات المحاصيل الزراعية مثل البرسيم على درجه عالية جداً من الحساسية لثانى اكسيد الكبريت، لدرجة أنها تتأثر حتى فى وجود تركيز منه يصل إلى ٠,٠٢ ج م م.

حامض الكبريتوز $H_2SO_3$ المتكون من ذوبان ثانى أكسيد الكبريت $SO_2$ فى الرطوبة الجوية يحدث هو أيضاً أضرارا شديدة بأنسجة القصبات التنفسية، حيث يسبب فيها إلتهابات شديدة ويسبب كذلك إلتهاب الأحبال الصوتية فى الحنجرة ، كما أن لحامض الكبريتوز القدرة على إختزال الصبغات النباتية، وله تأثير على النفاذية الإختيارية لأغشية الخلايا النباتية، مما قد يؤدى إلى عدم قدرة هذه الأغشية على الإحتفاظ بالرطوبة داخل الخلية النباتية، وهذا من شأنه أن يؤدى إلى إحداث جفاف لها؛ كما يؤثر حامض الكبريتوز أيضاً على المبانى الجيرية أو الرخامية، لأنه يتفاعل مع مكوناتها من الجير أو الرخام ويشجع كذلك على حدوث تآكل فى المعادن.

ثالث أكسيد الكبريت $SO_3$ شديد الشراهه للذوبان فى الماء، لذا يذوب فى بخار الماء المعلق فى الجو مكوناً حامض الكبريتيك $H_2SO_4$، وهذا الحامض هو الذى يأتى منه معظم الضرر، لتأثيراته الحامضية القوية على باقى المكونات الحيوية وغير الحيوية للبيئة.

**٣ - أكاسيد النيتروجين (أول أكسيد النيتروجين NO وثانى أكسيد النيتروجين$NO_2$):**

تتكون أكاسيد النيتروجين من إتحاد النيتروجين الجوى مع الأكسجين، كنتيجة لحدوث البرق، أو بسبب درجات الحرارة العالية التى تصاحب عمليات إحتراق الوقود داخل الأفران أو فى العربات والمركبات، وينتج حوالى ٧٠٪ من كل كمية أكاسيد النيتروجين فى الجو من الإحتراق داخل موتورات العربات، أما باقى الكمية منه فى الجو فتأتى من عمليات الإحتراق فى محطات توليد الطاقه ومن الصناعات المختلفة.

يتأكسد أول أكسيد النيتروجين فى الجو إلى ثانى اكسيد النيتروجين بتأثير اشعة الشمس وذلك حسب المعادلة التالية :-

$$\underset{\text{أول اكسيد النيتروجين}}{2NO} + O_2 \longrightarrow \underset{\text{ثانى أكسيد النيتروجين}}{2NO_2}$$

يذوب غاز ثانى أكسيد النيتروجين فى الرطوبة الجوية ويتكون منه حامض النيتروز $HNO_2$ مخلوطاً مع حامض النيتريك $HNO_3$، وتشترك هذه الأحماض مع الأحماض الناتجة من ذوبان أكاسيد الكبريت فى الرطوبة الجوية فى إضفاء الصفة الحامضية للأمطار التى تتواجد فيها.

لأكاسيد النيتروجين تأثيرات ضارة على الجهاز التنفسى للثدييات مماثله لتلك التى تحدث من أكاسيد الكبريت، إلا أن هناك خطورة أخرى تترتب عن تواجد ثانى أكسيد النيتروجين $NO_2$ فى الجو تتلخص فى دخوله فى سلسلة من التفاعلات الكيموضوئية ينتج عنها تراكم كميات متزايدة من الأوزون $O_3$ فى الجو، خاصة إذا تواجدت الهيدروكربونات فيه، التى تتخلف غالباً عن الإحتراق غير الكامل للوقود خاصة المشتقات البترولية، ويضاف إلى هذه الخطورة قدرة ثانى أكسيد النيتروجين فى المساعدة على تكوين الضباب الدخانى smog وذلك كما سيتضح حالاً بمشيئة الله تعالى.

٤ - كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ ) :

ينتج هذا الغاز من تخمر المخلفات البشرية السائلة، ومن الصناعات التى يستخدم فيها مشتقات الكبريت، مثل صناعات دبغ الجلود وتكرير النفط وصناعة المطاط وغيرها، وينتج كذلك فى الآبار والعيون الكبريتية، حيث يتصاعد مع مياه العيون المتدفقة، كما ينتج من الإحتراق غير الكامل للمركبات العضوية التى تحتوى على الكبريت.

يتميز غاز كبريتيد الهيدروجين برائحته الكريهة التى تشبه رائحة البيض الفاسد، وهو غاز سام ويؤثر على أغشية الجهاز التنفسى وعلى الجهاز العصبى المركزى، ويؤثر كذلك على قدرة الإنسان على التفكير والتركيز، وغالباً ما يتسبب فى إحداث تهيجاً والتهابا فى القصبات الهوائية للجهاز التنفسى، وأيضاً على أغشية العين والأنف وغيرها.

٥ - فلوريد الهيدروجين (HF) :

ينتج فلوريد الهيدروجين أساساً من صناعات الأسمدة ومن الصناعات التعدينية الأخرى مثل صناعات الألومونيوم والحديد وغيرها، وهو غاز سام مهيج للأغشية المخاطية،

ويسبب تآكل المعادن بدرجة عالية، ويذوب فى الماء مكوناً حامض الهيدروفلوريك الذى له قدرة عالية على التأثير على الزجاج وعلى الكثير من المعادن.

يتراكم أيون الفلوريد -F تراكماً حيوياً bioaccumulation داخل النباتات، مما يوفر الفرصة لوصوله إلى الكائنات الحية الأخرى (ومنها الإنسان) بمعدلات عالية نسبياً قد تؤدى إلى حدوث التسمم.

**٦ - الرصاص ومشتقاته (Pb) :**

الرصاص ومشتقاته من الملوثات الشائعة الإنتشار فى أجواء المدن المزدحمة بالسكان، وبحركة سير العربات ومختلف الصناعات، والمصدر الرئيسى للتلوث الهوائى بالرصاص هو نواتج إحتراق الوقود فى السيارات والمركبات التى تسير بالبنزين، بسبب أن بعض مشتقاته العضوية (مثل رابع إيثايل الرصاص) تضاف إلى البنزين لتحسين خواص الإحتراق داخل موتورات السيارات، لكى يعمل بدوره على منع حدوث الصدمة anti-knock عند الإحتراق الداخلى للبنزين داخل إسطوانات موتور السيارة، وتخرج مشتقات الرصاص مع العادم إلى الجو الخارجى، تعتبر مشتقات الرصاص من المواد السامة التى تتراكم فى نخاع عظام الحيوانات الثديية، وتؤدى إلى نقص أعداد كريات الدم الحمراء فى جسم الإنسان، كما تؤدى إلى تأخير النضج الذهنى عند الأطفال، ويحدث كذلك تشوهات فى مواليد الأطفال.

**٧ - الجسيمات المعلقة فى الهواء Particulates :**

يقصد بها الحبيبات المعلقه فى الهواء، سواء كانت صلبة مكونة غباراً أو دخاناً، أو كانت سائلة فى صورة ضباب أو رذاذ، وتنتج هذه الجسيمات إما من مصادر طبيعية، كحركة الرياح والأعاصير والنشاط البركانى، أو تنتج من النشاط الإنسانى كاحتراق الفحم والنفط والنفايات والمواد العضوية، وحجم هذه الجسيمات وأيضاً تركيبها يحددان إلى حد كبير مدة بقاءها معلقة فى الهواء، ويحدد كذلك درجة خطورتها على الصحة العامة وصحة البيئة، وتعتبر هذه الجسيمات من ملوثات البيئة إما بتأثيرها المباشر على الصحة العامة، أو بتأثيرها غير المباشر، بتقليل مدى الرؤية وإمتصاص الحرار وغير ذلك من التأثيرات.

## تلوث الهواء بكيماويات متولدة عن تفاعلات ضوئية

ينشأ هذا النوع من التلوث عن تفاعلات تحدث فى الغلاف الجوى بمساعدة الأشعة الضوئية، واهم الملوثات فى هذا النوع هى غازات الأوزون وأكاسيد النيتروجين وأيضاً الألدهيدات ونترات بيروكسى أسيتايل acetyl peroxy nitrate وهيدروكربونات تنتج عن الإحتراق غير الكامل للوقود، بالإضافة إلى تكون الضباب الدخانى.

لا ترجع اهمية التلوث بالهيدروكربونات إلي جزيئاتها نفسها، لأن تركيزهذه المواد فى الهواء لا يصل غالبا إلى الحد السام من وجهة نظرعلم السموم، ولكن ترجع أهميته فى المقام الأول إلى انها تشترك فى سلسلة من التفاعلات الكيموضوئية، تؤدى فى النهاية إلى تكوين الضباب الدخانى smog، ومكونات غازية أخرى، تلعب دوراً هاماً فى زيادة التلوث الهوائى.

فمن المعروف ان الأوزون $O_3$ يمثل اكثر المؤكسدات الجوية اهمية، ويرجع ذلك إلى أنه يتواجد بكميات كبيرة نسبياً فى الجو الذى أصابه التلوث، إضافة إلى أنه يتكون طبيعياً فى طبقة الجو الخارجية (ستراتوسفير) وطبقة الجو الوسطى (ميزوسفير) كما سبق أن أوضحنا، ويتم ذلك بامتصاص الأشعه فوق البنفسجية ذات الموجات القصيرة التى تعمل بدورها على تحويل الأكسجين فى هذه الطبقات الجوية إلى الأوزون، عن طريق الإمتصاص المباشر للأشعة فوق البنفسجية بواسطة جزيئات الأكسجين، ولهذا فإن هذه الأشعة بالذات (UV ذات الموجات القصيرة) لا تصل إلى سطح الأرض، إلا أنه فى الغالبية العظمى من حالات التلوث الهوائى يعتبر غاز ثانى أكسيد النيتروجين من أكثر الغازات إمتصاصاً للأشعة فوق البنفسجية (ذات الموجات الأطول) والتى تصل مع أشعة الشمس إلى المنطقة من الغلاف الجوى الملاصقة لسطح الأرض، ويؤدى هذا الإمتصاص لهذه الأشعة إلى سلسلة من التفاعلات الضوئية يمكن تبسيطها فيما يلى:-

* بسبب القدرة الفائقة لثانى أكسيد النيتروجين $NO_2$ فى إمتصاص الأشعة فوق البنفسجية UV مما يؤدى إلى إنقسام جزىء ثانى أكسيد النيتروجين $NO_2$ إلى أول أكسيد النيتروجين NO واكسوجين ذرى (O) نشط كما فى المعادلة :-

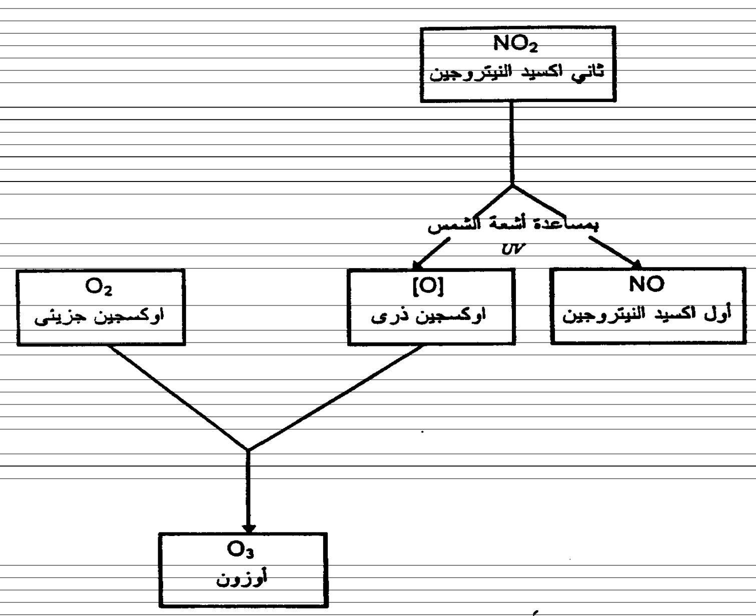
$$NO_2 + h\nu \longrightarrow NO + [O]$$

ثانى اكسيد النيتروجين   طاقة أشعة UV   أول اكسيد النيتروجين   اكسجين ذرى

* يتحد الأكسجين الذرى النشط مع جزىء اكسجين من الجو لتكوين الأوزون كما فى المعادلة التالية والذى يوضحه الشكل رقم (٢):

$$[O] + O_2 \longrightarrow O_3$$

اكسجين ذرى   جزيئات اكسجين   اوزون




شكل رقم (٢): تكوين الأوزون فى الجو بفعل ثانى اكسيد النيتروجين وبمساعدة أشعة الشمس UV

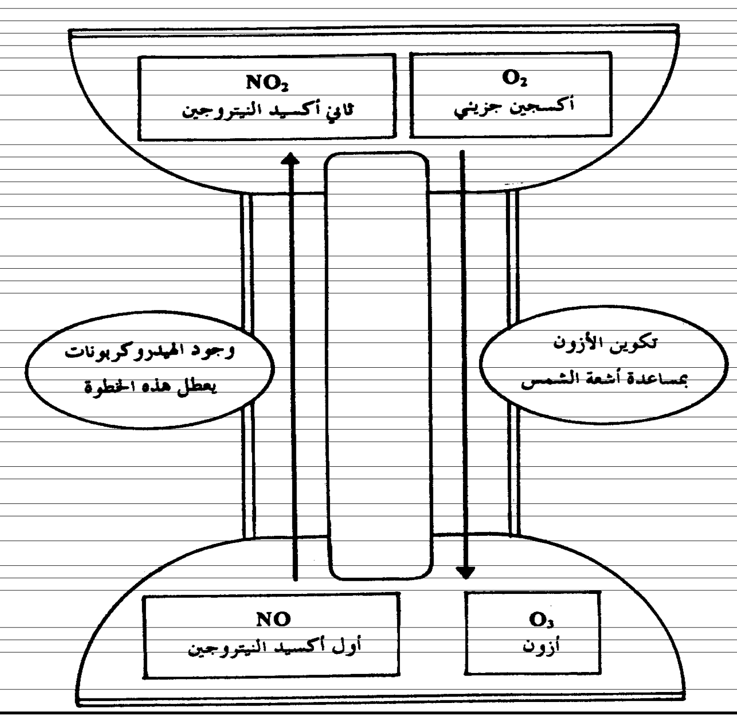
* ونظريا يمكن ان يقوم الأوزون بأكسدة اول اكسيد النيتروجين ليعطى ثانى اكسيد النيتروجين (كما فى المعادلة التالية) إلا ان وجود الهيدروكربونات فى الجو تعطل حدوث هذه الخطوة، مما يساعد على تراكم كميات زائده من الأوزون، الأمر الذى يتسبب فى خطورة زائدة على الكائنات الحية ومنها الإنسان.

$$O_3 + NO \longrightarrow NO_2 + O_2$$

ويلاحظ أن التسلسل فى التفاعلات المكتوبة يصل إلى حالة من الثبات المستقر steady state يكون فيها سرعة تكون الأوزون $O_3$ وأول اكسيد النيتروجين NO تساوى سرعة إختفائهما، بدخولهما فى تفاعلات تالية، إلا ان وجود الهيدروكربونات المتخلفة عن الإحتراق غير الكامل للوقود، خاصة غير المشبعة منها ( مثل الأوليفينات olefins) وايضا المشتقات العطرية الإستبدالية (مثل التلوينات والزيلينات والفينولات) تشارك فى هذه التفاعلات، بأن تقوم ذرات الأكسجين الذرى النشط بمهاجمة جزيئات هذه الهيدروكربونات، يلى ذلك دخول نواتج الأكسدة (الهيدروكربونات المتأكسدة بالأكسجين النشط، والأصول الحرة التى تنتج من هذه التفاعلات) فى تفاعلات مع اول اكسيد النيتروجين لإنتاج المزيد من ثانى اكسيد النيتروجين، ولهذا فإن الإتزان الذى يحدث فى التفاعلات الثلاثة بالصورة التى تم كتابتها فى المعادلات السابقة، ينقصه هذه الخطوة الأخيرة، ولهذا نجد ان مستويات الأوزون وثانى اكسيد النيتروجين تتزايد باستمرار فى الأجواء الملوثة، كما يظهر من الشكل رقم (٣)، مع العلم أن التفاعلات التى تؤدى إلى تراكم الأوزون فى الجو اكثر تعقيدا لأنها تتضمن تكون أصول حرة free radicals فى خطواتها الوسطية.

والألدهيدات عموما هى الناتج الرئيسى من تفاعلات الأكسدة الكيموضوئية للهيدروكربونات التى تتم بجزيئات الأوزون أو بذرات الأكسجين النشط او بالأصول الحره المتكونه، وتأكد من وجود جزيئات فورمالدهيد HCHO واكرولين acrolein $CH_2=CH\text{-}CHO$ فى أجواء المدن الصناعية الملوثة، وان أكثر من ٥٠ ٪ من الألدهيدات المتواجدة كملوثات للغلاف الجوى هى للفورمالدهيد، بينما يشكل الأكرولين نسبة لا تتعدى ٥ ٪ من هذه الملوثات، ويتكون بيروكسى أسيتايل نيترات peroxy acetyl nitrate (الذى يعرف باسم PAN) من تفاعل الأصل

الحر للبيروكسى أسيتايل $CH_3.CO.O.O^*$ مع ثانى أكسيد النيتروجين $NO_2$ فى الغلاف الجوى، والرمز الكيماوى للـ PAN هو $CH_3.CO.O.O.NO_2$، وقد تتواجد جزيئات أفراد سلسلة الـ PAN المتجانسة الأعلى فى الوزن الجزيئى فى الغلاف الجوى الملوث، إلا أن جزيئاته هو نفسه هى الأكثر تواجداً فى الأجواء الملوثه للمدن، ولذا يعتبر البيروكسيأسيتايل نيترات والأوزون أهم المؤكسدات الكيموضوئية على الإطلاق، التى تتواجد فى الأجواء الملوثة للمدن الصناعية.




شكل رقم (٣): حالة التوازن المستقر فى تفاعلات تكوين الأوزون فى الغلاف الحيوى

# تهتك حاجز الأوزون

يتواجد الأوزون فى طبقة الجو العلوية وجزءاً من طبقة الجو الوسطى، ليكوّن ما يسمى بطبقة الجو الأوزونية ozonesphere أو حاجز الأوزون، وللأوزون فى هذه الطبقة دور هام فى إمتصاص الأشعة فوق البنفسجية ذات الموجات القصيرة، وبالتالى منعها من الوصول إلى سطح الأرض، لأن وصول هذه الأشعة إلى سطح الأرض يحدث آثارا مدمرة على الكائنات الحية فيها.

ويتواجد الأوزون فى هذه الطبقة فى حالة توازن مستقر، إذ أن سرعة تولده من الأكسجين والأشعة فوق البنفسجية تتساوى تقريباً مع سرعة إختفاؤه (سرعة تحطمه إلى جزيئات اكسجين) ويعنى هذا أنه عندما يصل إلى حالة التوازن المستقر فإن سرعة التفاعل التالى فى أحد اتجاهيه تتساوى مع سرعته فى الإتجاه المضاد كما فى المعادلة التالية :-

$$3O_2 + h\nu \rightleftharpoons 2O_3$$

وقد وجد أنه مما يؤدى إلى إحداث تهتك فى هذا الحاجز (أو هذا الستار) إدخال مواد كيماوية محددة فى الجو، ووصولها إلى طبقة الجو الأوزونية، وأهم المواد التى تقوم بهذا الدور هى أكاسيد النيتروجين وبخار الماء ومركبات الفلوروكلوروكربون المستعملة فى أجهزة التبريد، بسبب أنها تعمل على تحويل الأوزون فى هذه الطبقة إلى الأكسجين، مما يعطى الفرصة للأشعة فوق البنفسجية القصيرة الموجة من الوصول إلى سطح الأرض وإحداث أثرها المدمر للكائنات الحية، ويمكن تلخيص التأثير الذى يحدث لطبقة الأوزون من جراء تواجد أكاسيد النيتروجين كما فى المعادلات التالية :-

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

اول اكسيد النيتروجين   اوزون   ثانى اكسيد النيتروجين   اكسجين

$$NO_2 + O \longrightarrow NO + O_2$$

ثانى اكسيد النيتروجين   اكسجين ذرى

وتوضح هذه التفاعلات أن تواجد ثانى اكسيد النيتروجين، ولو بكميات قليلة، يتسبب فى حدوث سلسلة من التفاعلات تؤدى إلى تحويل الأوزون إلى جزيئات اكسجين عادية بطريقة مستمرة.

أما مشتقات الفلور وكلورو كربون المستعملة فى أجهزة التبريد وفى علب المضببات الغازية foggers فإنه يحدث لها تنشيط بإمتصاص طاقة الأشعة فوق البنفسجية منتجة ذرات كلور نشطة كما فى التفاعلات التالية :

$$CF_2Cl_2 + h\nu \longrightarrow CF_2Cl^* + Cl^{\bullet}$$

ثانى كلورو-ثانى فلوروميثان — اصل عضوى حر — اصل الكلور الحر

$$CFCl_3 + h\nu \longrightarrow CFCl_2^{\bullet} + Cl^{\bullet}$$

ثالث كلوروفلوروميثان — اصل عضوى حر — أصل الكلور الحر

يلى ذلك قيام الأصل الحر من الكلور على تدمير جزيئات الأوزون، ويمكن تصوير ذلك على النحو التالى:-

$$Cl^{\bullet} + O_3 \longrightarrow O_2 + OCl^{\bullet}$$

$$OCl^{\bullet} + [O] \longrightarrow Cl^{\bullet} + O_2$$

اكسجين ذرى + اصل الهيبوكلوريت الحر — اصل الكلور الحر

وتستمر سلسلة التفاعلات على هذا النحو لإحداث أكبر تدمير ممكن لطبقة الأوزون، بسبب أن أصل الكلور الحر يتولد تلقائياً من هذه التفاعلات K وقد وجد ان التفجيرات الذرية التى تحدث فوق سطح الأرض تسبب زيادة واضحة فى تركيز اول اكسيد النيتروجين وتعمل بالتالى على سرعة تحطم الأوزون وتحوله إلى جزيئات اكسجين.

وتأكد كذلك أن الطائرات النفاثة، خاصة الأسرع من الصوت، تؤثر على طبقة الاوزون اكبر بخمسة أضعاف ما كان يعتقد سابقا، فقد أشار أحد العلماء بمعهد أبحاث الطيران الألمانى وخبير التلوث الناجم عن الطيران أن ٧٠ الى ٨٠ ٪ من وقود الطائرات النفاثة الذى يحترق فوق خط شمال الأطلسى، أشد الخطوط الجوية ازدحاما، يقع فى طبقة استراتوسفير السفلى المتجمدة، ومن أكثر مناطق العالم تلوثا بأكاسيد النيتروجين الناجمة عن الطائرات النفاثة،

ويعتقد العلماء أن هناك حقائق علمية مازالت غير واضحة تماما فى فهم مدى تأثير احتراق وقود الطائرات على طبقة الأوزون، أو بمعنى ادق دور هذا الأحتراق فى تشجيع التفاعلات التى تسبب تهتك طبقة الأوزون، وذلك لأن نتائج ذلك يتوقف عليه التوسع فى انشاء وتوسيع شبكات النقل الجوى فوق المحيط الأطلسى خلال العقود القادمة.

## تلوث الهواء فى البيئات الزراعية

يعتبر التلوث الهوائى فى البيئات الزراعية أقل بكثير منه فى أجواء المدن الصناعية، ويرجع ذلك فى المقام الأول إلى انتشار الزراعات المختلفة فى مساحات واسعة نسبيا، وبما تقوم به من تمثيل ضوئى مستهلكة بذلك جانبا من ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو، بالإضافة إلى عدم وجود التكدس السكانى بما يستتبعه من وسائل مواصلات ومرافق فى مساحات صغيرة نسبيا، ومع ذلك فهناك تلوث يميز هذه البيئات، بعضه طبيعى لا دخل للإنسان فيه، مثل إنتشار حبوب اللقاح مع دخول فصل الربيع، والبعض الآخر نتيجة طبيعية للنشاط الزراعى السائد فى المنطقة، مثل انتشار الذباب والبعوض فى هذه البيئات بسبب المخلفات الزراعية والحيوانية وما تسببه من إنتقال الأمراض، هذا بالإضافة إلى مخلفات مزارع الإنتاج الحيوانى والإنتاج الداجنى ومزارع الأسماك وغير ذلك من الأنشطة المرتبطة بالنشاط الزراعى.

إلا أن أهم ما ينتج من ملوثات فى البيئات الزراعية القريبة من المدن كثيفة السكان مثل - مدينة القاهرة - تنحصر فى أسلوب التخلص من المخلفات الزراعية التى تتدنى قيمتها السوقية فى نفس البلد، لنأخذ مثلا على ذلك التخلص من مخلفات زراعة الأرز فى مصر، وبخاصة فى المناطق الزراعية القريبة من المدن، كمدينة القاهرة مثلا، والتى يتم بحرقها فى الجو المفتوح بما يترتب عنه تكون سحابة من الدخان تغطى سماء المدينة وتفسد الجو وتدنى الرؤية، وتعمل هى ونواتج حرق الوقود فى وسائل النقل، على تكوين الضباب الدخانى فى الجو، وتعجز سلطات الحكم المحلى فى التعامل السليم معه، وتظل المدينة المصابة بهذا النوع من التلوث فى إنتظار فرج الله سبحانه وتعالى أن يؤتيها بريح تعمل على إقتلاع ذلك التلوث وتخليص المدينة منه، وبالطبع لو أوجدت السلطات المحلية لقش الأرز قيمة إقتصادية فى عدد

من الصناعات كصناعة الورق أو الطوب أو غير ذلك لأصبح له قيمة إقتصادية . مثل تبن القمح . ولما فرط فيه المزارع بحرقه فى الهواء المكشوف وملوثا به الجو

يرتبط جانب كبير من التلوث الهوائى فى البيئات الزراعية إلى طبيعة النشاط الزراعى وإلى قلة الوعى البيئى لدى المقيمين فى هذه البيئات، بالإضافة إلى ضعف الإمكانيات ورقة الحال التى تسود فى المجتمعات الزراعية، وبخاصة تلك التى لا يهتم القائمون عليها كثيرا بإدخال الكثير من المستحدثات الزراعية التى تأخذ البعد البيئى فى إعتبارها، والأمثلة على ذلك كثيرة منها الإستخدام غير السليم وغير المنضبط للمبيدات فى مكافحة الآفات الزراعية والصحية، وتدنى مستويات الإرشاد الزراعى فى مجالات إستخدام الكيماويات الزراعية، وفى أسلوب التعامل معها، يضاف إلى ذلك الصعوبة الواضحة فى الحصول على الخدمة الزراعية المتطورة والمستوى المتواضع فى أدائها.

إلا أن ما يمكن قوله فى هذا المقام أن البيئة الزراعية فى أى مجتمع من المجتمعات هى إمتداد لهذا البلد بكل تراثه وثرواته، وترتبط إرتباطا وثيقا بالمستوى الثقافى للبلد المعنى بمعناه الواسع، والمقصود هنا هو إرتفاع مستوى التعليم وتدنى الأمية وقابلية الأخذ بالتطوير فى كل مجالات الحياة، فلا مجال لإلقاء التهم بالتخلف أو بالتقاعس عن الأخذ بوسائل التطور، لأن المجتمع الزراعى فى أى دولة من الدول هو إمتداد طبيعى جدا لهذا البلد، يرتقى برقيه، ويتخلف بتقاعس المجتمع كله عن الأخذ بوسائل تطوره.

## اليوم العالمى لحماية طبقة الأوزون

## السادس عشر من سبتمبر (١٩٩٥م)

بسبب المخاطر التى تتعرض لها طبقة الأوزون وما قد يترتب عن تآكلها من أضرار تنال من كل أقطار العالم فقد تم عقد عدة مؤتمرات عالمية بإشراف الجمعية العامة للأمم المتحدة تهدف جميعها إلى العمل على حماية طبقة الأوزون من التآكل وانتهت إلى اعتبار يوم السادس عشر من سبتمبر من كل عام يوميا عالميا لحماية طبقة الأوزون. ومن هذه المؤتمرات:

١- اتفاقية فيينا لحماية طبقة الأوزون (١٦ سبتمبر ١٩٨٥م)

٢- بروتوكول مونتريال: عقد فى مدينة مونتريال بكندا (فى ١٦ سبتمبر ١٩٨٧م) مؤتمر دول يهدف إلى الحد من إنتاج الكيماويات التى تعمل على تدمير الأوزون فى طبقة الجو الأوزونية ومنها مركبات الكلوروفلوركربون واعتبر هذا البروتوكول تنفيذاً لاتفاقية فيينا لحماية طبقة الأوزون.

٣- مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة فى مدينة نيروبى بكينيا الذى عقد فى شهر اغسطس ١٩٨٩م لبحث الأضرار الناتجة عن تدمير طبقة الأوزون.

٤- مؤتمر قمة الأرض الذى عقد بمدينة ريودى جانيرو بالبرازيل فى يونيو ١٩٩٢م لبحث الأضرار الناتجة عن انتشار التلوث البيئى بمختلف أنواعه الذى عم الأرض، وعلى الأخص تدمير طبقة الأوزون.

٥- إقرار الجمعية العامة للأمم المتحدة (فى ديسمبر ١٩٩٤م) اعتبار يوم السادس عشر من سبتمبر من كل عام يوماً عالمياً لحماية طبقة الأوزون ابتداء من عام ١٩٩٥م.

ومما هو جدير بالذكر أن التنبيه بمشكلات التدهور البيئى قد بدأ فى وقت مبكر، فقد عقد فى مدينة مونتون بفرنسا (عام ١٩٧١م) مؤتمر ضم ما يربو على الفى عام من علماء الحياة والطبيعة من كل أنحاء العالم للنظر فى مشكلات الإنسان والبيئة، ونبهوا إلى الخطر المحدق الذى يصاحب التدهور البيئى، وأن البيئة التى يعيش الإنسان فى كنفها تتدهور بنمط لم يسبق له مثيل بدرجة تنذر بحدوث كوارث بيئية أو ايكولوجية.

# الفصل الثالث

# تلوث المياه

* مقدمة * مصادر التلوث للمياه
* أنواع التلوث للمياه * تلوث المياه العذبة
* إرتفاع نسبة المواد العضوية فى المياه
* مشاكل التلوث المحلى لمياه الأنهار

## مقدمة

للماء أهمية خاصة من بين مكونات الغلاف الحيوى Biosphere، فجميع الكائنات الحية لا تستغنى عنه للحفاظ على حياتها، فقد خلق الله سبحانه وتعالى من الماء كل شئ حى، ويغطى الماء فى المحيطات والبحار أكثر من ٧٠٪ من كل مساحة الكرة الأرضية تقريباً، كما يغطى الجليد بصفة عامة حوالى ١١٪ من مساحتها، ويخضع الماء بصوره المختلفة لتوازن دقيق، قدره المولى عزّ وجل رحمة بعباده، فهناك دورة ثابتة للمياه فى الطبيعة، تشتمل على توازن دقيق لها فى صورتها السائلة أو الغازية (صورة البخار) أو الصلبة (صورة الجليد)، فى مواقعها العديدة سواء فى الجو (فى صورة بخار أو سحاب متراكم) أو فى الأنهار والبحيرات والمحيطات والخزّانات المائية، أو باطنية فى جوف الأرض وتحت سطح التربة، كما أن هناك توازن دقيق بين كمية المياه المالحة والمياه العذبة، وحتى فى صورتها العذبة فإن معظمها يتواجد فى الأقطاب المتجمدة الشمالى والجنوبى أو فى باطن الأرض، ويخضع الماء فى صوره المختلفة، ومواقعة المختلفة، وبيئاته المختلفة، إلى توازن دقيق، قدره الخالق جل وعلا، لخدمة الإنسان وباقى الخلائق على الكرة الأرضية.

فالبيئات البحرية بما تحتويه من مخزون حيوى هائل، تعتبر الأمل الحقيقى لحل مشكلة الغذاء العالمى، وتعتبر المواصلات البحرية أرخص وسيلة للمواصلات، كما تعتبر الطاقة الكهربائية التى يتم توليدها من مساقط المياه من أنظف وأرخص مصادر الطاقة المعروفة، هذا بالإضافة إلى أن الماء أساسى فى إنتاج جميع أنواع المزروعات من نباتات إلى محاصيل إلى فاكهة إلى خضر إلى غيرها، مما لا يستغنى عنه الإنسان أو غيره من الكائنات

الحية، ويدخل الماء فى الكثير من الصناعات المختلفة كعامل أساسى لا يمكن الإستغناء عنه، وأيضا فى محطات توليد الطاقة بأنواعها المختلفة، هذا بالإضافة إلى أهميته فى النظافة البشرية وفى غيرها من الإستعمالات البشرية الأخرى.

تتميز الكائنات الحية عموما إلى كائنات تعيش على اليابسة (الأرض)، وأخرى تعيش فى الماء، وثالثة تعيش عليهما معا (برمائيات)، وقد كرّم الله سبحانه وتعالى الإنسان فجعله على قمة هذه الحياويات، وتقسم الأحياء فى كليهما إلى حيوانات ونباتات وكائنات دقيقة، وهناك حقيقة اساسية، قد تخفى على كثيرين، وهى أن هناك تشابها عاما بين أنماط الحياة فى كل من البحر واليابسة، ففى كل منهما تتميز الحياة إلى نباتية وحيوانية، والإختلاف الرئيسى بينهما هو فى كيفية الحصول على الهواء، فقاطنوا اليابسة مغمورون فى الهواء، بينما يستخلصه أحياء الماء بوسائلهم الخاصة التى هيأها لهم الخلاق العليم.

العين البشرية المجردة لا ترى الغالبية العظمى من نباتات البحر، لأنها عبارة عن خلايا نباتية مفردة، وتعيش فى مياه البحار والمحيطات غالبا فى طبقة المياه المحصورة بين سطحها المعرض للشمس وبين أقصى عمق فى هذه المياه يمكن أن تصل إليه أشعة الشمس، تعرف هذه النباتات المائية باسم الهائمات النباتية أو فايتوبلانكتون Phytoplanktons، بسبب أنها تهيم فى المياه تحت تأثير التيارات البحرية والأمواج، ونظرا لأن النباتات البحرية والأرضية تشكل الأساس العريض للهرم الغذائى، بسبب أنها تستخدم الطاقة الشمسية فى تحويل ثانى أكسيد الكربون والأملاح الغذائية الذائبة فى المياه إلى مركبات عضوية من سكريات وبروتينات ودهون، تعتمد عليها باقى الخلائق فى تغذيتها وتعميرها للحياة على الكرة الأرضية.

تغطى البحار والمحيطات أكثر من ثلاثة أرباع مساحة سطح الكرة الأرضية، وفى الأحوال الطبيعية العادية لا توجد بقعة من المياه البحرية تخلو من هذه الهائمات النباتية الدقيقة، وهى على دقة حجمها شديدة التنوع، وتختلف من بحر إلى بحر فى تعدادها وفى تنوعها، وتختلف أيضا تبعا لاختلاف فصول السنة وظروف المناخ، حتى تصل فى حالات إزدهارها إلى خمسة آلاف نوع أو أكثر، تتكاثر خلايا الفايتوبلانكتون بالإنقسام المباشر، وتصل إلى قمة إزدهارها فى الربيع مثل النباتات الأرضية، فإذا أقبل الشتاء واضطربت

مياه المحيط أطاحت بمعظم تجمعات هذه النباتات العالقة بها إلى الأعماق بعيدا عن ضوء الشمس، لتتوقف أنشطتها الحيوية، حتى تعود شمس الربيع التالى وتهدأ المياه وتسخن طبقتها السطحية بأشعة الشمس، ويكون عنف الشتاء قد قلب المياه وجلب من الأعماق وفرة من الأملاح الغذائية التى من أهمها الفوسفات والنترات والسيليكات، فتعود نباتات الفايتوبلانكتون إلى النمو النشط، وتبدأ فى الإنقسام الذى قد يصل عدد مراته فى اليوم الواحد إلى سبع مرات لتعطى الخلية الواحدة منها ٢٥٠ خلية مماثلة فى اليوم الواحد، علما بأنه يمتد تواجد الحياة النباتية فى الطبقة السطحية من المياه إلى العمق منها الذى تصله أشعة الشمس، ولا يجب أن ننسى أن هذه الهائمات النباتية تتكفل بتخليص العالم من نصف كمية غاز ثانى أكسيد الكربون التى تنتج عن النشاط البشرى على مستوى الكرة الأرضية بكاملها، ولا يسعنا هنا إلا أن نذكر عبارة من تقرير للأكاديمية الأمريكية للعلوم سبق نشره عام ١٩٨٣ يؤكد فيها على أن ( يؤكد كل الدارسين، خلال العقود الأربعة الأخيرة على أن المحيطات كانت وستظل البالوعة الرئيسية لغاز ثانى أكسيد الكربون الناتج عن إحتراق الوقود الأحفورى ).

## تلوث المياه العذبة

تتلوث المياه العذبة فى الأنهار والبحيرات والخزانات المائية بأن (يطرأ عليها تغيير فى تركيب عناصرها أو فى خصائصها، كنتيجة مباشرة أو غير مباشرة لنشاط الإنسان، بحيث تصبح أقل صلاحية لكل أو لبعض الإستعمالات الطبيعية المخصصة لها، وبخاصة ما يطرأ عليها من تغيرات فى الخصائص الفيزيقية أو الكيميائية أو الحيوية، والتى قد تجعل الماء غير صالح للشرب أو للإستهلاك المنزلى أو الصناعى أو الزراعى أو غير ذلك من الإستعمالات التى يستخدم فيها الماء) هذا التعريف الشامل لتلوث المياه هو مجمل التعاريف التى وضعته كثير من المنظمات العالمية والمؤتمرات الدولية والمحلية، سواء ذلك التعريف الذى وضعته هيئة الصحة العالمية عام ١٩٦١، أو عرفته إتفاقية حماية وتنمية البيئة البحرية والمناطق الساحلية فى الخليج العربى النابعة عن مؤتمر الكويت الإقليمى الذى عقد عام ١٩٧٨، أو تعريف منظمة الأغذية والزراعةالدولية عن التلوث البحرى فى مؤتمرها الذى إنعقد فى روما عام ١٩٧٠ أو مؤتمر استوكهولم للبيئة البحرية عام ١٩٧٢، أو إتفاقية حماية البحر الأبيض المتوسط من التلوث التى أبرمت عام ١٩٧٦، أو فى الإتفاقية

الإقليمية لحماية بحر البلطيق من التلوث الموقعة عام ١٩٧٤، والمادة الأولى من مشروع الأمم المتحدة فى مؤتمر قانون البحار الثالث لعام ١٩٨١.

ونظرا لأن كل هذه التعريفات تربط تلوث المياه بالنشاط البشرى فى المقام الأول، وأن للمياه إستخدامات مختلفة للإنسان، فقد تكون المياه صالحة للشرب وتستخدم فى ذات الغرض، وقد تكون مياه للرى الزراعى وللثروة الحيوانية، وقد تكون لتربية الأسماك، أو للإستخدامات الصناعية، أو لبرك السباحة، أو مساقط مياه لتوليد الطاقة، أو للتبريد فى محطات توليد الطاقة، او للملاحة الداخلية للدول، كما قد تكون مياها دولية فى المحيطات أو الخزانات المائية الكبيرة أو الأنهار التى تمر بالعديد من الدول، كما فى مياه نهر النيل أو نهر الراين، ومياه القطب الشمالى أو القطب الجنوبى.

ونظرا لأن الماء يتميز بصفات فيزيائية خاصة تجعله أكثر مكونات البيئة خطورة إن حدث له تلوث، فهو ضرورى لكل الأحياء من جهة، كما أنه متحرك، يسقط من السحب التى تحمله إلى سطح الأرض، ويتحرك من الأنهار إلى البحار، وتياراتها البحرية تنقله من منطقة إلى أخرى، ويتبادل الحركة من السطح إلى الأعماق وبالعكس، وينساب خلال طبقات التربة، وهذا يجعله ينقل التلوث معه من منطقة إلى أخرى، ومن بيئة إلى أخرى، ومن طبقات التربة التى يمر خلالها إلى مناطق تجمعه، وحتى فى صورته البخارية يجمع الملوثات من طبقات الجو الى الأرض حين يسقط عليها فى صورة أمطار.

لكل هذا، أصبح التلوث الذى قد يحدث للماء من أى من المصادر المذكورة، هو من أخطر عناصر التلوث البيئى الذى يضر ضررا مباشرا بصحة الإنسان، بسبب أنه العدو الخفى الذى يغدر بالإنسان بطريقة قد لا يلتفت إليها أحد إلا بعد أن يصل الضرر المتسبب عنه إلى الدرجة التى لا يمكن علاجها أو التخفيف منها، لهذا فمشكلة تلوث المياه هى مشكلة كونية مدمرة للأجيال المتلاحقة، لأنها مشكلة مرحلة زمنيا وعمريا لتتالى الأجيال والأعمار.

## ملوثات المياه

تنحصر ملوثات المياه إجمالا فى الفضلات البشرية التى تشمل مسببات العدوى من بكتيريا وفطريات وفيروسات وطفيليات وناقلات العدوى، والتى تعتبر من أخطر ملوثات المياه، لما لها من تأثير مباشر على صحة الإنسان، إذا ما استخدم هذه المياه لأغراض الشرب أو الإستحمام أو الزراعة أو الصناعة، وأهم هذه الملوثات تاتى من وصول مياه الصرف الصحى غير المعالجة إلى مسطحات مائية تستخدم فى الأغراض الآدمية، وتشكل بالوعات الصرف فى المصانع والمستشفيات والمراكز الطبية التى يتم تصريفها إلى مسطحات مائية بدون معالجة، مصدرا خطيرا لتلوث المياه بمسببات الأمراض، كما يعتبر تلوث المياه بالمنظفات الصناعية ومخلفات المصانع والأسمدة النباتية (وبخاصة النيتروجينية والفوسفاتية) والمبيدات بأنواعها، واحدا من أهم تلوث المياه السطحية والباطنية بهذه الكيماويات.

من المعروف أن الأكسجين الذائب فى الماء يتواجد فى حالة إتزان مع الأكسجين الجوى، بسبب عوامل التهوية التى تشمل ذوبانه هو بنفسه فى الماء، أو توليده من نباتات خضراء مغمورة فيه، بتأثير ضوء الشمس، ويتم إستهلاكه فى عمليات تنفس الكائنات الحية فى الماء، وفى أكسدة الفضلات التى تتم بواسطة الكائنات الحية الدقيقة فى الماء، وبالتالى فإن ما يؤثر على هذا التوازن للأكسجين فى الماء يؤدى بالتالى إلى تغيير كميات ونوعيات الكائنات الدقيقة المتواجدة فى الماء، لذا يعتبر تلوث المياه بالمخلفات العضوية والأمونيا من أهم عوامل إستهلاك الأكسوجين الذائب فى الماء، تصل هذه المواد إلى الماء من محطات معالجة مياه المجارى أو من مخلفات الصناعات الغذائية أو من غيرها، وينتج عن ذلك تنشيط لعملية التحلل الحيوى التى تنتهى باستهلاك الأكسجين الذائب، تتبعها عمليات تحلل كيماوى فى ظروف غير هوائية ينتج عنها مواد أخرى أشد تلوينا للماء، مثل الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين وغاز الميثان، وتعمل الأمونيا إضافة إلى سميتها للكائنات الحيوانية المائية على تشجيع نمو الكائنات الدقيقة التى تقوم بدورها باستهلاك مزيد من الأكسجين الذائب فى الماء، كما تعمل تراكيز قليلة من كبريتيد الهيدروجين فى الماء على تلويثة وجعله غير ملائم لحياة كثير من الكائنات الحية فيه.

يحدث احيانا تلوث مياه المحيطات أو الأنهار بالنفط ومشتقاته، نتيجة تسرب من إحدى المخزنات أو الناقلات، وحالما يتسرب النفط إلى الماء فإنه يتعرض للكثير من التغيرات الكيماوية والفيزيائية بفعل حركة الأمواج وحرارة المياه والتيارات المائية والتبخير والأكسدة الضوئية والتحطم الحيوى وغير ذلك من العمليات التى تناسب جزيئات النفط والمياه المغمورة فيه، وبالنسبة للزيت الذى يندفع إلى مناطق تراشق الأمواج ويصل إلى صخور المد والجزر، فإنه يكسو هذه الصخور بطبقة تشبه الأسفلت، وأيا ما كان مصدر بقعة الزيت التى تصل إلى هذه المياه، فإنها تبقى مصدر خطر شديد على الكائنات المائية بمجملها، ولا يجب أن ننسى أن الطرق المستخدمة حاليا فى علاج بقع النفط المتسربة إلى المسطحات المائية تؤدى إلى إضافة ملوثات أخرى إلى هذه المسطحات، سواء تمت المعالجة باستخدام مواد كيماوية أو عن طريق الإمتصاص الرغوى أو باستخدام مسحوق كربونات الكالسيوم أو الأسمنت الناعم أو تحويل بقعة الزيت إلى الصورة الجيلاتينية أو حتى باستخدام البكتيريا النشطة فى استهلاك الهيدروكربونات.

ملوثات الماء المحتوية على ذرة نيتروجين تنحصر فى مركبات النيترات والنيتريت والنشادر بصورتها الحرة أو فى صورة أملاح أمونيوم، بالإضافة إلى الأحماض الأمينية والبروتينات والببتيدات المعقدة واليوريا، التى يمكن أن تلوث الماء، سواء كانت من مصادر صناعية أو من مصادر طبيعية.

تنتج النيترات من تحلل المركبات العضوية النيتروجينية بفعل أنواع محددة من البكتيريا عن طريق أكسدة أيونات الأمونيوم فى الظروف الهوائية، كما تتكون بأكسدة النيتروجين الجوى بفعل البرق ثم تتساقط مع مياه المطر على المسطحات المائية، وقد تصل إلى المسطحات المائية مع مياه الصرف الزراعى من زراعات سبق الإفراط فى أستخدام أملاح النترات فى تسميدها، وتنجم خطورة أملاح النيترات من تحولها إلى نيتريت بفعل الكائنات الدقيقة داخل القناة الهضمية للثدييات، يتفاعل النيتريت مع هيموجلوبين الدم مكونا ميثوموجلوبين الذى لا يستطيع حمل الأكسجين والإتحاد معه لتوصيله إلى الخلايا مما يتسبب عنه، عند الأطفال خصوصا، قصور فى إمداد الخلايا باحتياجاتها من الأوكسجين، ويتسبب ذلك فى ظهور مرض الطفل الأزرق، كما تؤدى النترات إلى نمو النباتات المائية بشكل كثيف، مما يترتب عنه زيادة كبيرة للمادة العضوية فى هذه المياه،

ويشجع بالتالى على حدوث عمليات التخمر والتعفن وما يترتب عنهما من موت الكثير من الكائنات الحية، وبالتالى موت هذه المسطحات المائية.

وقد تتلوث المسطحات المائية كذلك بالنشادر وبالفوسفات وبالكبريتات وبالكلوريدات وبالعناصر المعدنية، مثل الرصاص والكادميوم والزئبق والنحاس وبالمواد المشعة وغيرها من العناصر، ويأتى أخطر الملوثات للمياه العذبة من المبيدات المختلفة ومن المواد الكيماوية صعبة التحلل، مثل بولى كلورينيتيد باى فينيل PCB,s، د د ت وكيبون التى من الصعب تحللها حيويا أو كيماويا، والتى تظل موجودة فيها لسنوات طويلة.

## مصادر التلوث للمياة

تصاب المياه بالتلوث من مصادر متعدده، تتوقف على نوعيات ومواقع هذه الخزانات المائية، ومن أهم مصادر تلوث المياه ما يلى :-

١- فى الأنهار والبحيرات والخزانات الطبيعية :

تأتى أهم أسباب تلوث المياه فى هذه المواقع من مصدرين رئيسيين، أولهما : الصرف الصناعى، بأن يقوم عديد من المصانع بصرف مخلفاتها التى تنتج من الصناعات المختلفة (كصناعه الورق والنسيج والكيماويات والأصباغ) فى الأنهار أو فى البحيرات والخزانات المائية، مما يرفع من مستوى التلوث الكيماوى فيها، ويضاف إلى ذلك صرف المخلفات البشرية فى هذه المسطحات المائية، و هذا من شأنه أن يؤدى إلى إرتفاع نسبة المواد العضوية فيها مع ما يصاحب ذلك من إرتفاع معدلات التلوث بها، ومن المعروف أن إرتفاع نسبة التلوث بهذه المستودعات المائية يؤدى الىهلاك الأحياء البحرية فيها، بالاضافة الى التزايد المطرد لنسبة التلوث البكتيرى فيها، مما يجعلها بؤرة عدوى لكثير من الأمراض الوبائية، ويحيلها إلى أنهار ميتة، والأمثلة على هذا النوع من التلوث كثيرة أشهرها ما حدث لأنهار الراين والتيمز والسين فى أوروبا.

وهناك نوع آخر من التلوث، وهو معاملة المسطحات المائية فى الأنهار والبحيرات والخزانات المائية بمواد كيماوية مختلفة، وخاصه المبيدات، بهدف مكافحة الآفات بها، مثل ما يحدث عند مكافحة يرقات البعوض أو مكافحة الطحالب أو القواقع أو الحشائش

المائية أو غيرها من الافات، وهذا النوع من التلوث فى حد ذاته على درجة عالية من الخطورة للأحياء عموماً، مما يلزم التعامل معه تحت شروط صارمة من الأحتياطات لتحاشى أضراره.

٢ - فى البحار والمحيطات :

تعتبر بعض البلدان أن البحار والمحيطات التى تطل على سواحلها، هى المخزن النهائى لنفاياتها، فتقوم بعض هذه الدول بصرف مخلفاتها الصناعية والبشرية فيما يجاورها من بحار أو محيطات، ويشكل هذا المصدر واحداً من أهم مصادر التلوث للمياه الساحلية أو للبحار المغلقة، مثل حوض البحر المتوسط، وفى الغالب يصاحب هذا التلوث للمياه تلوث للكائنات البحرية، التى غالباً ما تختزن داخل اجسامها قدراً من الملوثات أكبر مما هو موجود فى المياه المحيطة مما يؤدى إلى هلاكها أو إلى إختزانه داخل أجسامها، تمهيداً لأنتقاله منها إلى كائنات أخرى تتغذى عليها، ومن أمثلة ذلك تلوث المياه بعناصر الزئبق والكدميوم والرصاص وغيرها.

وتقوم كذلك ناقلات البترول وغيرها من البواخر الضخمة بالتخلص من نفاياتها البترولية فى عرض البحار والمحيطات، كما قد تنتشر المواد البترولية على مساحات شاسعة من مياه البحار والمحيطات، كنتيجة لحادثة لإحدى الناقلات أو غير ذلك من مصادر التلوث البترولى.

ويضاف إلى ذلك ان كثيرا من الغازات الملوثة للهواء المحيط بالمسطحات المائية تذوب فى مياهها مسببة تلوثها، أو أن تتكفل الأمطار والغيوم بإذابتها أو كنسها معها عندما تسقط هذه الأمطار على المسطحات المائية، حاملة معها هذه الملوثات، والمثل على ذلك اكاسيد الكبريت واكاسيد النيتروجين، كما قد تحمل الأمطار أيضاً الغبار الذرى الذى قد يكون موجوداً فى الجو، كنتيجة لأنفجار ذرى أو لتسرب من مفاعل، وتقوم بتوصيله إلى مياه البحار والمحيطات فتلوثها وتلوث بها الأحياء البحرية التى تعيش داخلها، علما بأن الكثير من هذه الاحياء البحرية يعتبر حلقات تدخل ضمن السلاسل الغذائية، التى يشترك فيها الإنسان، كما قد تسقط الأمطار على أسطح التربة الملوثة بالمواد الكيماوية أو بالمبيدات ثم تنساب هذه المياه الملوثة إلى التجمعات المائية الأكبر منها، حتى تصل فى النهاية إلى البحار، حاملة معها كل ما يعترضها من ملوثات.

**٣ - فى المياة الجوفية :**

تتلوث المياه الجوفية عندما تصلها مياه مرت خلال طبقات من التربة الملوثة بشتى أنواع الملوثات، وهذا يعنى أن المياه الجوفية تتلوث بتلوث مصادر تغذيتها، واشهر الملوثات فى هذه الحالة هى المواد الكيماوية طويلة البقاء فى البيئة، مثل بعض أنواع المبيدات أو المنظفات الصناعية detergents أو الأملاح الذائبة أو المخصبات الزراعية أو غيرها.

## أنواع التلوث للمياة

ينقسم التلوث الذى يحدث للمياه عموماً إلى عدة أنواع، تبعاً للمصدر الذى يأتى منه هذا التلوث، أو تبعاً لنوعية المادة الملوثة للمياة ، وتنحصر هذه الأنواع فيما يلى :-

**١ - التلوث الطبيعى :**

ينتج التلوث الطبيعى للبيئات البحرية من تواجد مخلفات طبيعية نباتية أو حيوانية فىهذه البيئات، بشرط أن لا يكون للأنسان دخل فى إحداث هذا النوع من التلوث، وتشتمل هذه المخلفات على الأجسام الميتة للكائنات الحية أو المواد العضوية المتخلفة عنها وغير ذلك من المصادر، ومما يساعد على إنتشار هذا النوع من التلوث، الدمار الذى لحق بالغطاء النباتى على الكرة الأرضية، مثل أشجار الغابات والأحراش، بسبب التصحر، أو بسبب نشاط الإنسان، ويجب أن يكون معلوما أن الغطاء النباتى على سطح الكرة الأرضية يقوم بدور فعال فى دره هذا النوع من التلوث.

**٢ - التلوث الحرارى :**

ينتج هذا النوع من التلوث من إستعمال كميات كبيرة من المياه لتبريد المفاعلات النووية أو الحرارية فى محطات الطاقة، ثم إعادة صرفها إلى البحر مره ثانية، و هذا من شأنه أن يؤدى إلى إحداث تغيير واضح فى التوازن الحيوى فى هذه البيئات، نتيجة إرتفاع درجة حرارة المياه عدة درجات مئوية، كما قد يساعد إرتفاع درجة حرارة المياه على إزدهار نمو أحد الكائنات الحية فى النظام الحيوى الجديد، بدرجة تؤثرعلىالتوازن الحاكم لهذا النظام الحيوى، وهذا من شأنه أنه يؤدى فى النهاية إلى لإحداث أضرار حيوية بالغة لهذا المسطح المائى

٣ - التلوث البترولى :

ينتج هذا النوع من التلوث من إنتشار البترول ومشتقاته على مساحات شاسعة من المياه، كنتيجة لحوادث الناقلات، أو للتخلص من المخلفات البترولية من خزانات السفن فى عرض البحر، أو للتسرب من الأبار البحرية للبترول، أو من مصافى النفط فى الموانى البحرية أو من موانى الشحن والتفريغ للمنتجات البترولية ، ويؤدى النفط الملوث لسطح المياه إلى تقليل التبادل الغازى بين الوسط المائى والهواء المحيط به، مما يترتب عنه تقليل نسبة الأكسجين الذائب فى الماء، وطبيعى فإن هذا يؤثر بدوره على الكائنات البحرية، وبالأضافة إلى ذلك فإن للنفط ومشتقاته سمية واضحة على الهائمات النباتية الدقيقة Phytoplanktons العالقة فى الماء، والتى تعتبر الغذاء الأولى للأسماك، كما تقتل بقع التلوث بالنفط الكثير من الأحياء البحرية الأخرى، وتقتل كذلك الطيور البحرية التى تتلامس اجسامها مع التلوث البترولى فى المياه.

٤ - التلوث من الأمطار الحامضية :

تشكل مياه الأمطار الحامضية التى تسقط على المسطحات المائية، هى الأخرى نوعا هاما من التلوث للماء، لأنه قد يؤدى دوراً مهماً فى تغيير البيئة البحرية، فقد تكون الامطار الحامضية مصدراً غذائياً للنموات النباتية كما يحدث من الأمطار الحامضية بسبب أكاسيد النيتروجين الذائبة فيها، والتى تتكون نتيجة تأثير البرق على النيتروجين الجوى، أو قد يكون لهذه الأمطار الحامضية تأثيراً آخر يخل بالتوازن الحيوى الموجود فى هذه البيئات البحرية .

٥ - التلوث بالمخلفات الصناعية :

تشكل المخلفات الصناعية واحدة من أخطر ملوثات البيئات البحرية، فقد يترتب عن صرف هذه المخلفات فى البحيرات والأنهار والمحيطات والبحار نتائج سيئة جداً على الكائنات الحية فيها أو المرتبطة بها، ومن أخطر أنواع التلوث البحرى بالمخلفات الصناعية تلك التى تنتج من الصناعات الكيماوية، مثل صناعات الصودا الكاوية أو الورق أوالبويات أوالنسيج أو المبيدات ومستحضراتها، فمخلفات هذه الصناعات تلوث البيئات البحرية بمركبات كيماوية شديدة الخطورة والسمية، أو بمعادن ثقيلة سامة كالزئبق والرصاص والكدميوم والقصدير وغيرها.

وتتمثل مخاطر التلوث البحرى بالمخلفات الصناعية فى التأثير المباشر على الحياة البحرية بأن تقتل انواعاً منها مما يسمح بتكاثر (او بضعف تكاثر) انواع اخرى، وقد يترتب عن ذلك إخلال عميق الأثر فى التوازن الحيوى فيها، كما أن لبعض الملوثات صفة التراكم داخل أجسام الكائنات البحرية الحية كالزئبق وبعض انواع المبيدات والمركبات العضوية طويلة البقاء فى البيئة (مثل الـ ددت والـ PCB's ) وهذا من شأنه ان يهيئ لها الفرصة أن تنتقل إلى الإنسان من خلال السلاسل الغذائية التى تشكل هذه الأحياء البحرية الملوثة حلقة فيها.

٦ - التلوث بالمخلفات البشرية :

يؤدى التلوث البحرى بالمخلفات البشرية إلى زيادة واضحة فى كمية المواد العضوية فى مياه هذه البيئات، ويؤدى كذلك إلى زيادة التلوث بمواد اخرى تكون مصاحبة (غالباً) لهذه المخلفات، مثل المنظفات الصناعية detergents الشائعة الأستعمال فى المنازل بديلاً عن إستعمال الصابون، لأن الكثير من هذه المنظفات لا يتحطم حيويا بسهولة، مما يجعلها تتراكم فى هذه البيئات، بالإضافة إلى أن لهذه المخلفات سمية واضحة على بعض الكائنات البحرية.

٧ - التلوث بالأشعاع الذرى :

تتلوث المياه بالأشعاع الذرى كنتيجة لسقوط أمطار ملوثة بها، او من مياه تبريد المحطات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية، إذا توافرت الظروف التى تسمح بحدوث تسرب لعناصر مشعة إلى هذه المياه، وترجع خطورة هذا النوع من التلوث إلى الآثار السيئة للأشعاع فى حد ذاته كما سبق أن ذكرنا، وإلى كون هذه المواد تتراكم حيويا داخل اجسام الكائنات البحرية، إلى أن يصل تركيزها فيها إلى مستويات عالية، ولتصل فى النهاية إلى الإنسان من خلال السلاسل الغذائية، مسببة له أخطر الأمراض، بالإضافة إلى تأثيرها المباشرعلى الحياة البحرية.

٨ - التلوث بالمبيدات :

تلوث البيئات البحرية بالمبيدات واحدة من أخطر انواع التلوث، بسبب ان للمبيدات تأثيرات شديدة السمية على البيئات البحرية وعلى الكائنات الحية بها، وعموما سيتم معالجة هذا الموضوع بشئ من التفصيل فى القسم الثانى من هذا الكتاب إن شاء الله تعالى.

## تلوث المياه بالمواد العضوية

يرجع تواجد المادة العضوية عادة فى المسطحات المائية إما بوصولها إلى هذه المسطحات كملوثات مع مياه الصرف أو مع غيره من الملوثات المختلفة، أو كمخلفات ميتة للكثير من الكائنات البحرية النباتية أو الحيوانية، بعد إنتهاء فترات حياتها أو مواسم النمو فيها أو غير ذلك من الصور، ويشجع تواجد الكميات الهائلة من المواد العضوية فى المياه انواعا مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة على القيام بهضم هذه المخلفات العضوية للحصول على الطاقة اللازمة لإستمرار حياتها، ويتم هذا الهضم إما تحت ظروف تنفس هوائى، وفيه تستهلك هذه الكائنات قدراً من الأكسجين الذائب فى الماء فى عملية التنفس الهوائى كما هو معروف وينتج عنها ثانى أكسيد الكربون، ونظراً للكم الهائل لهذه الكائنات فى المياه الملوثة بالمواد العضوية فغالبا لا تكفى كمية الأكسجين الذائب في الماء لإتمام التنفس الهوائى لكل الكائنات فيه، بالإضافة إلى أن سرعة التبادل الغازى بين الأكسجين الموجود فى الوسط الهوائى المحيط والأكسجين الذائب فى الماء لا تسمح بتعويض النقص فى كمية الأكسجين الذائب فى الماء بالسرعة المطلوبة، كما لا تعوضه كذلك كميات الأكسجين الناتجة من عمليات التمثيل الضوئى للنباتات المائية الخضراء أثناء النهار، هذا النقص فى كمية الأكسجين الذائب يجعل عمليات تنفس الكائنات الدقيقة المحللة للمادة العضوية فيها تتم لاهوائيا، بسبب ان تركيز الأكسجين فى الماء ( والذى ما يعبر عنه غالباً بإسم ضغط الأكسجين فى الماء ) لا يكفى لإتمام التنفس هوائيا، كما سبق ان ذكرنا، وفى هذه الحالة تقوم الكائنات الحية فية بالتنفس اللاهوائى.

يعرف التنفس اللاهوائى الذى يتم فيه هضم المواد الكربوهيدراتية والسكريات بإسم التخمر Fermentation أما الذى يتم فيه أيض البروتينات والأحماض الأمينية فيعرف بإسم التعفن Putrifaction وينتج عن التخمر أو التعفن أنواع مختلفة من الغازات أشهرها الميثان الذى لايذوب فى الماء، وثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين ذو الرائحة الكريهة والأمونيا ذات الرائحة المميزة وغيرها، وهذا مما يعطى التجمعات المائية التى تتم فيها هذه العمليات الرائحة النفاذة والكريهة المميزة لها، ولهذا فإن نقص الأكسجين فى هذه البيئات البحرية والناتج عن النشاط الحيوى الزائد للكائنات الدقيقة المحللة للمادة العضوية فيها، غالبا ما يؤدى إلى إبعاد أو حتى قتل الكثير من الكائنات

البحرية الأخرى، ولهذا تهتم السلطات المحلية المعنية بقياس درجه التلوث بالمواد العضوية فى البيئات المائية الملوثة، والذى يتم بمقاييس عديده، أشهرها وأكثرها شيوعا مقياسين يعتمدان على قياس المستهلك من الأكسجين كالآتى :-

١- المستهلك من الأكسجين حيويا Biological Oxygen Demand

والذى يعرف إختصاراً بإسم BOD، ويعرف بأنه (كمية الأكسجين اللازمة للبكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى المحللة للمواد العضوية والتي تكفى لإحداث أيض كامل للمواد العضوية فى لتر واحد من المياة الملوثة عند درجة حرارة ٢٠ درجه مئوية، ويستمر الأيض لخمسة أيام متتالية من التحضين ).

٢- المستهلك من الأكسجين كيماويا Chemical Oxygen Demand

والذى يعرف إختصاراً بإسم COD وهذا المقياس يعبر عن قيمة ( الكمية من الأكسجين اللازمة لإحداث أكسدة كيماوية كاملة لكل المواد العضوية الموجودة فى لتر واحد من المياة الملوثة ). وغالبا ما تتم هذه الأكسدة بوسائل كيماوية بإستعمال جواهر أكسدة قوية.

## مشاكل التلوث المحلى لمياه الأنهار

وإذا حاولنا أن ننظر إلى مشاكل التلوث المحلى لمياه الأنهار فى المجتمعات التى تعيش على النهر مثل نهر النيل، الذى هو عصب الحياة فى مصر المحروسة، نظرا لكونه المصدر الأساسى والرئيسى للمياه العذبة فى بلدنا المحبوب، فإنه من المؤكد والظاهر بجلاء لدى الجميع أننا نتعامل معه بدرجة عالية من الإستخفاف، ولا نلقى هذا الأمر ما يستحقه من إهتمام، فبعد أن إنقطع جريان ماء الفيضان فى النهر بكامله من بداية دخوله الأراضى المصرية، كاسحا أمامه المياه المتبقية فى النهر من الفيضان السابق بما تحمله من مخلفات عالقة أو ذائبة، ومجددا لمياه النهر بكاملها من بداية دخوله الأراضى المصرية وحتى مصبات فروعه فى البحر (١٢٠٠ كم تقريبا) أصبح الوضع الحالى - بعد إقامة السد العالى — أن يتم حجز مياه النهر فى بحيرة السد العالى فى خزان مائى هائل، يتم التصريف منه حسب الإحتياج، لملء المستودعات المائية (أو الخزانات) التى يتم حجزها أمام كل قنطرة

من القناطر المقامة على النيل، لأغراض الشرب والرى الزراعى والإحتياجات الأخرى التى يلزم توفيرها من الماء، ولا نتهم مشروع السد العالى بأى قدر من السلبية، بل نقول أن الله سبحانه وتعالى الهمنا بإقامته لضمان توفير المياه فى حالات إنخفاض الفيضان، ولمزيد من إستصلاح الأراضى للتوسع الزراعى ليغطى إحتياجات المصريين من منتجاتها، ونقول كذلك أننا تعاملنا مع النهر بدرجة عالية من الإستخفاف بالسماح (بوعى أو بدون وعى) بإحداث قدر كبير من التلوث لمياهه، ولهذا قصة يجدر بنا أن نذكرها، لنتلمس موضع الخلل، ونعمل على إيقافه، حفاظا على حياتنا جميعا.

لكى نبدأ القصة من أولها، يلزم أن نسأل أنفسنا السؤال التالى : من أين يأتى التلوث لمياه النيل ؟ وللإجابة عن هذا السؤال نقول أنه جاء نتيجة خزن المياه فى بحيرات أمام السدود والقناطر لفترات طويلة دون تجديد بمياه خالية من التلوث، بل تأتى المياه إلى بحيرة أمام أحد الخزّانات من بحيرة سابقة لها أمام خزّان يسبقه، بما تحمله من كل صنوف الملوثات، وجاء كذلك من سوء تعاملنا مع النهر فى كل الإتجاهات، وآخرها السماح بوضع مفرخات الأسماك داخل مجرى النيل فى فرعى دمياط ورشيد، بما يستلزم من إلقاء عليقتها داخل المياه، وهذا فى حد ذاته إصرار على إحداث درجات منفلتة لتلوث مياه النهر، هذا بالإضافة إلى ضعف الإدراك بأن الجميع مضار من التلوث ولا ينجو منه فئة من الناس، تعيش على هذه المياه الملوثة أو تساهم فى إحداث التلوث لها.

ركود المياه فى الخزّنات المائية لفترات طويلة يجعلها تتمتع بدرجة من الروقان أو الشفافية بما يسمح لأشعة الشمس أن تنفذ خلالها لمسافات محددة، مما يشجع على نمو الطحالب والنباتات المائية والهائمات النباتية بكافة أنواعها، الأمر الذى يترتب عنه صعوبة عمليات التنقية لأغراض الشرب، وقلة كفاءتها، مما يفرز فى النهاية طعما للمياه غير مستساغ ومخالف لما كان عليه قبل ذلك، ومما يزيد من حدة ذلك، الضرورة المصاحبة لذلك باستخدام جرعات أعلا من الكلور عند تعقيم المياه إذا كان الكلور هو الأداة المستخدمة فى ذلك.

كما أدى ركود المياه فى مجرى النهر إلى إزدياد تركيز الأملاح الذائبة، التى إرتفعت فى مياه هذه الخزانات زيادة ملحوظة وبخاصة قرب نهايات أفرع النهر وترع الرى

الرئيسية، خاصة إذا تلقت هذه الأفرع والنهايات مياه صرف زراعى أو مياه صرف صناعى، هذا بالإضافة إلى التلوث بالمخلفات العضوية التى قد تنتج عن تحلل المواد العضوية التى تنمو فى النهر، أو تلك التى تلقى أو تصرف فيه، ويرتبط بهذا العامل درجة التلوث البكتيرى لمياهه، وبخاصة بكتيريا القولون والتى ترتبط إرتباطا وثيقا بدرجة التلوث بالمواد العضوية بطول القطاع المائى للنهر.

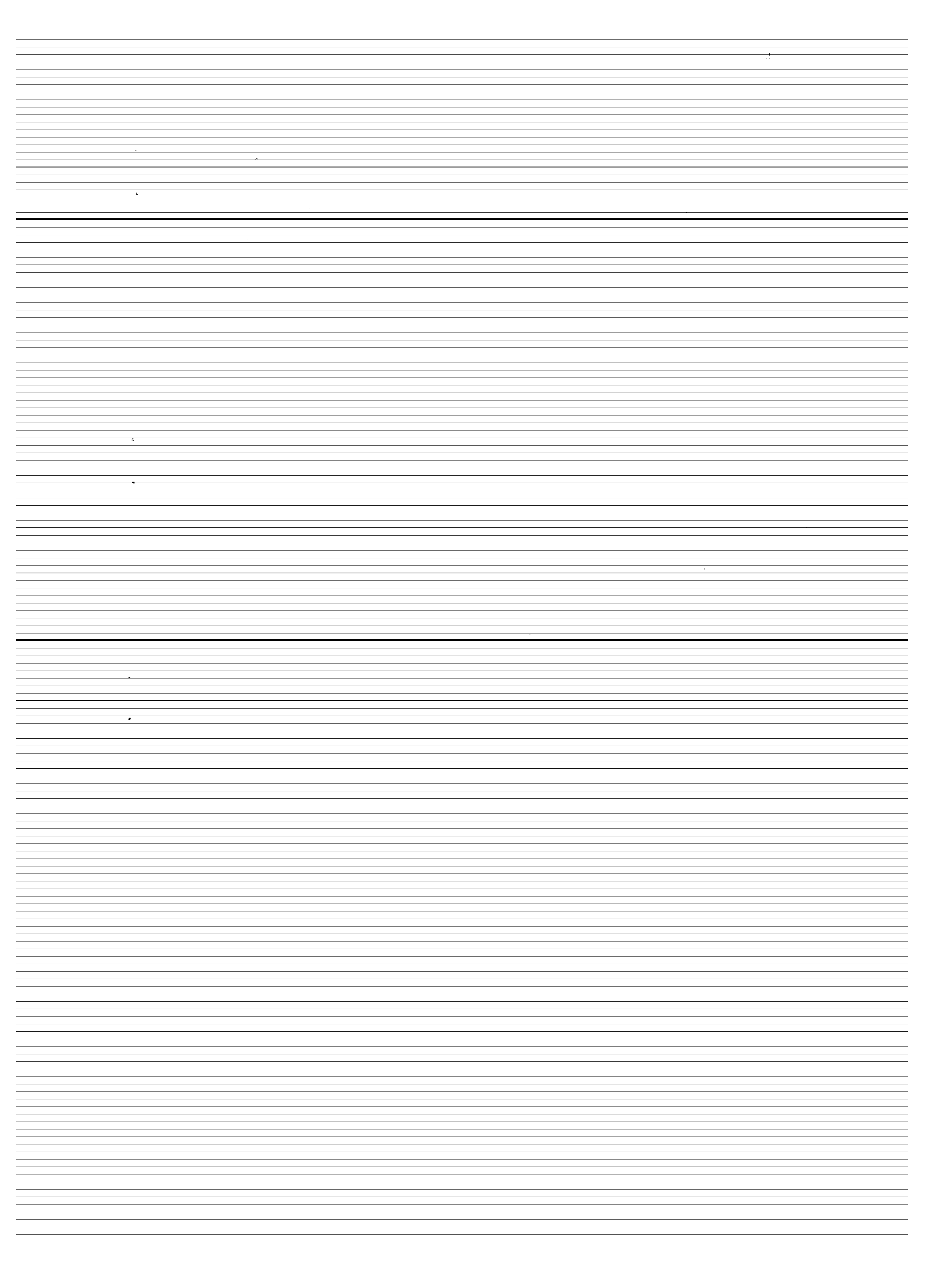
ومن أهم ملوثات النهر وأخطرها هى نواتج تحلل وإفرازات الكائنات الدقيقة وغيرها من الكائنات الحية التى تتلازم وتتعاظم مع إرتفاع محتوى المياه من المواد العضوية، تتعرض هذه النواتج للارتباط بذرات كلور عند تنقية المياه بهذا الغاز، منتجة مركبات أشد خطورة على الصحة العامة من المركبات الأصلية التى تعرضت للغاز المذكور، هذه المنتجات تضاهى فى خطورتها المبيدات التى قد تصل إلى هذه المياه ولا تتعرض للتحطم السريع إلى نواتج غير سامة قبل أن تصل إلى فم المستهلك، علما بأن هذه المركبات، هى والمبيدات بكافة أنواعها والمعادن الثقيلة ومشتقات البترول، هى من أخطر ما يمكن أن يصل إلى فم المستهلك لهذه المياه فى أى صورة من صور الإستهلاك، ولذلك تراعى كافة الدول بالسماح باستخدام المبيدات غير طويلة البقاء فى البيئة، والتى تتحطم فيها إلى نوتج غير سامة فى زمن معقول، لا يسمح بوصول متنفياتها إلى فم المستهلك إذا اتبعت التوصيات الموضوعة لإستخداماتها ومراعاة ظروف الاستخدام وجرعاته ودورية هذا الاستخدام وأزمنة الحظر وأزمنة التحريم وأزمنة الإنتظار بعد الاستخدام بحسب ما هو مدون على بطاقة المبيد المستخدم، فالمبيدات المسموح باستخدمها فىمكافحة الآفات مربوطة بأقصى ما يمكن من رباط بظروف هذا الاستخدام، ولا يجب أن نتهم المبيد بسوء إذا أسىء استخدامه، لأن الإتهام فى هذه الحالة موجه إلى إساءة الإستخدام، عن جهل أو عن جشع وقلة ضمير، وبخاصة مع ضعف الرقابة على الاستخدام، وعدم متابعة درجة تلوث المنتج الزراعى بالمبيد المستخدم إلا بعد أن تقع الكارثة، والشواهد على ذلك كثيرة جدا فى مجتمعنا المصرى.

بقى أن نتكلم عن الوعى البيئى لدى المجتمعات التى تعيش على مقربة من هذه التجمعات المائية ومدى إدراكها لخطورة أى تلوث قد يصيب هذه التجمعات المائية، ونعنى هنا المستوى الثقافى بمفهومه العريض لمجتمعات النهر، وكيف أن المزارع يأخذ بقرته

اوجاموسته إلى أقرب ترعة ليقوم بغسلها فى الماء، وما كانت تقوم به أثناء ذلك من طرح كل مخلفاتها فى مياه الترعة، أو الجيف التى تلاحظ طافية على سطح المياه، أو مطروحات المراكب الشراعية أو البواخر والفنادق العائمة فى النهر، ناهيك عن المصانع التى يلزمها القانون بمعالجة مخلفاتها قبل طرحها فى المصارف أو فى النهر وتتساهل كثيرا فى الإلتزام بالشروط الملزمة لها فى أكثر الأحيان، ولعلى اذكر هنا مشهد يومى أمر به على أحد مصانع الأسمنت، والتى تعلو مدخنته سحابة من الدخان الأبيض الذى يكفى لإفساد جو مدينة كاملة، ولا مساءلة أو ربط التصريح للشركة بالاستمرار فى الإنتاج بالسلوك البيئى الصحيح، أو لإحدى الشركات العاملة فى مجال الصناعات الكيماوية ويقع جنوبها مباشرة (تحت الريح) ضاحية من أجمل وأمتع ضواحى المدينة، مما أدى إلى فساد هواء هذه الضاحية، خاصة بعد التراخى الشديد فى الإلتزام بالقيود البيئية لشركات ومصانع القطاع العام المملوك للدوله، وبعد التصرف فى هذه الشركات والمصانع بقى الحال على ما هو عليه من إفساد بيئى رهيب فى ظل إغفاءة رقابية غير مسبوقة، وبهذا سبق أن استعمرنا ميدانيا والآن يتم إستعمارنا بيئيا، ولا يستطيع احد ان يشير باصبع إتهام لأى مشروع مفسد للبيئة، لأنه فى هذه الحالة لن يجد من يستمع إليه، أو من يحميه من بطش نظام فى حاجة لأن يلتفت إلى مفسدات البيئة مهما كان موقعها أو مصدرها ناهيك عن إتهامه فى وطنيته.

اما عن الصرف الزراعى وما يخالطه من صرف صحى، خاصة بعد إنتشار مياه الشرب النقية وإنتقال الصرف الصحى للقرية من نظام البيارات إلى الصرف الصحى فى المصارف الزراعية، والتى كان يعاد ضخ مياهها فى الترع لاستخدامها لأغراض الرى الزراعى، وأيضا فى محطات تنقية المياه لأغراض الإستهلاك المنزلى، فمع زيادة عدد السكان والتوسع الزراعى وزيادة الإستهلاك وعجز المياه القادمة من مصادرها عن مواجهة الزيادة المطلوبة من المياه، تم اللجوء إلى إعادة استخدام مياه الصرف خاصة فى المجال الزراعى، بعد معالجتها فى أحيان قليلة، وبدون معالجة حقيقية فى أكثر الأحيان (وكل حالات الصرف الزراعى تقريبا يخالطها صرف صحى كما أشرنا من قبل) لتصبح مصدر تهديد حقيقى للصحة العامة لكل من يتصادف تعامله مع هذه المياه، وما أكثرهم، ويأتى التهديد الأعظم فى هذه الحالة من الطفيليات التى تتواجد غالبا فى مجارى هذه المياه، وتقذر بعض

المراجع حجم مياه الصرف الصحى التى يتم صرفها فى مجارى الرى بمصر بحوالى خمسة ملايين متر مكعب يوميا، لا تتم المعالجة الجزئية او المتكاملة إلا لأقل من ٢٠ ٪ من هذه الكمية.



# الفصل الرابع

# التلوث بالضوضاء

* مقدمة * مصادر التلوث الضوضائي
* أضرار التلوث الضوضائي
* مكافحة التلوث بالضوضاء .

## مقدمة

من المعروف أن للضوضاء أو الضجيج آثار نفسية على قطاع كبير من بني البشر، وأيضا على عدد من الكائنات الحية الأخرى، فهي تؤدى إلى إثارة الأعصاب وإلى قلة التركيز الذهنى، وبالتالى تصرف الصفاء الذهنى والعقلى عن الإنسان، علما بأن الصفاء الذهنى والعقلى من أهم مستلزمات الحياة الهادئة والإبداع الفكرى، هذا بالإضافة إلى تأثيرها على الحالة الصحية العضوية للإنسان، بسبب أنها تضر بالجهاز السمعى، بجانب تأثيرها على الجهاز العصبى، كما أنها تؤثر كذلك على الجهاز الهضمى وعلى انتظام الدورة الدموية والغدد الصماء، مما يؤدى بالتالى إلى إزدياد حالات التوتر والإرهاق الذى ينعكس على كفاءة آداء العمل والإستمتاع بفترات الهدوء والراحة، وبالتالى على آداء الوظائف الحيوية للإنسان .

الفرق بين الصوت العادى وبين الضوضاء أو الضجيج هو أن الصوت العادى ترتاح الأذن إلى سماعه سواء كان همسا أو كلاما مسموعا أو ترتيلا بصوت منغم او غير ذلك من الأصوات، بينما الضوضاء أو الضجيج، فهو ما لا ترتاح الأذن إلى سماعه إما للإرتفاع العالى لنغمته، او لشدة وقعه أو فجائيته، أو حتى رتابته، أو غير ذلك، وعموما يتوقف التمييز بين الصوت العادى وبين الضوضاء أو الضجيج على عوامل كثيرة منها نغمة الصوت ورتابته وتقبل السمع له بالإضافة إلى حدة السمع عند السامع وأيضا حالته النفسية فى تقبل أو عدم تقبل هذا الصوت، وغير ذلك من الأمور.

من المعروف أن الصوت ينتقل فى الهواء على صورة موجات متتالية، كل موجة عبارة عن إنضغاط وتخلخل، ولكل نغمة صوتية موجة صوتية محددة، تتميز بالتردد الخاص بها، والتردد Frequency معناه عدد الذبذبات التى تمر على نقطة محددة فى الثانية الواحدة،

والأذن البشرية السليمة يمكنها أن تدرك الموجات الصوتية التى تقع ذبذباتها أو ترددها فى المدى بين ١٠٠٠ إلى ٤٠٠٠ ذبذبة لكل ثانية، وتقل حساسية الأذن لسماع الصوت كلما بعد تردده عن هذا المدى، علماً بأن النغمات التى يقل ترددها عن ١٦ ذبذبة/ الثانية تعرف بالنغمات تحت الصوتيةInfrasonic، أما النغمات التى يزيد ترددها عن ٢٠٠٠ ذبذبة / ثانية فتعرف بإسم النغمات فوق الصوتيةultrasonic، ومن المعروف أن التخاطب العادى بين الناس يتم بموجات صوتية يتراوح ترددها بين ٢٠٠، ٦٠٠٠ ذبذبة/ثانية، وتقاس شدة الصوت بوحدات تسمى ديسيبل decible (dB) والتى غالباً ما يطلق عليها إسم وحدات الضجيج.

## مصادر التلوث الضوضائى ( الضجيج )

إنتشر الضجيج فى عالمنا المعاصر إنتشاراً ذريعاً، بدرجة لم تسلم منه بقعة من الأرض يتواجد فيها الإنسان، فالضجيج واسع الإنتشار فى المدن وفى القرى، وداخل المنازل وفى المنتجعات وعلى الطرق وحتى فى الفضاء الخارجى الذى قد يتواجد فيه إنسان وغيرها، وتنتج الضوضاء (أو الضجيج) من عديد من المصادر خاصة فى عالمنا المعاصر، وللضوضاء مصدران رئيسيين، احدهما يأتى من مصادر طبيعية لا دخل للإنسان فى إحداثها، مثل البراكين والزلازل والرعد والأعاصير والأمواج العالية فى البحار، وهى كلها مصادر بيئية تختفى بسرعة باختفاء المسبب لها، ومهما كانت مدتها، فهى لا تزمن لأكثر من الفترة التى يؤدى فيها المصدر البيئى دوره الذى يقوم به، فزمن البرق لحظات ينتج عنه الرعد لدقائق، ويستمر صوت الأمواج العالية المزمجرة فترة نشاط العاصفة المنشئة لها، وبانقضاء هذا النشاط يعود للموج هدوءه ووداعته .

أما المصادر غير الطبيعية للضوضاء فهى من فعل الإنسان أو من نشاطه، ويتمثل أهم هذه المصادر فى المصانع بمختلف مستوياتها وأنشطتها، مثل مصانع الحديد والصلب، والغزل والنسيج، والمياه الغازية، ومصانع إعداد مواد البناء والتشييد للطرق وللأبنية وللمرافق المختلفة .

ومنها كذلك وسائل النقل المختلفة من طائرات وقاطرات وسيارات ودراجات نارية وغيرها، ولقد بات انتشار إستعمال هذه الوسائل بمثابة إنتشار للتلوث الضجيجى فى كل بقعة تصل إليه هذه المركبات، فمن المعروف أن أكثر الأماكن تأثرا بالضوضاء الناتجة عن الطائرات هى تلك التى تكون قريبة من المطارات وبخاصة ممرات الإقلاع، أو القريبة من خطوط السكك الحديدية أو من محطاتها، ومما يفاقم من مشكلة الضوضاء الناتجة من باقى وسائل المواصلات هو سوء التعامل مع وحداتها، بقصد أو بغير قصد، مثل الوقوف أو الإنطلاق أو الدوران المفاجىء للسيارات أو غيرها من المركبات المماثلة، أو سوء إستخدام آلات التنبيه أو حتى الإفراط فى إستخدامها بقصد اللهو أو غيره من الإستخدامات، كمايحدث فى تظاهرات الأفراح أو مباريات الكرة أو الإحتفال بمناسبة إجتماعية أو دينية، مما يدل على تدنى الوعى الإجتماعى بحقوق أفراد المجتمع فى العيش فى بيئة لا يفسدها الضجيج العابث .

ومنها كذلك الموسيقى الصاخبة التى يتم إطلاقها من الميكروفونات ومكبرات الصوت ذات الطاقات العالية، بواسطة نوعيات خاصة من المحلات أو البائعين مثل بائعى شرائط الكاسيت، أو المحلات التى تطلق عنان الضجيج مع حفلات إفتتاح تتكرر كلما طمعت فى جذب مزيد من الزبائن، ويتساوى مع هذا النوع من الضجيج ما يتم إطلاقه من تلاوة للقرآن الكريم فى الحفلات الدينية أو الإجتماعية، التى درج الناس على إطلاقها فى مناسبات مختلفة، وحتى هذا يحتاج إلى وقفة لمراجعة النفس بجدواه، لأن قراءة القرآن الكريم يلزمها إستيعاب وتدبر وتفكر فى معانى ما يسمع، وليس إلى تمايل واستغراق فى جمال التلاوة فقط .

ومنها كذلك عمليات البناء والتشييد التى تتم فى مختلف الإنشاءات وإقامة الطرق أو الأنفاق وصيانتها، مع ما يصاحبه من تفتيت للصخور، ودق فى الأرض، وحفر فى التربة، وشق للأنفاق، وإنشاء للكبارى، وإقامه للطرق والجسور، وغير ذلك من العمليات التى يصاحبها إنبعاث للضجيج .

ومنها كذلك الأجهزه المختلفة المستعملة فى المنازل والمكاتب والمحلات العامه، كالمكيفات والثلاجات والمذياع ومكبرات الصوت والتلفاز والغسالات وغيرها، ومنها كذلك إطلاق

أصوات الرعب والإثارة بواسطة الأشخاص، مثل تلك التى تصدر عن الألعاب الإلكترونية التى شاعت هذه الأيام .

وهناك أيضا نوع من الضجيج قد لا يصاحبه أصوات عالية وهو الضجيج الإعلامى التى تثيره بعض الجهات، بواسطة مختلف وسائل الإعلام المسموعة والمرئية، لإحداث تلويثا فكريا فى مجتمع إنسانى محدد، أو لفرض أفكارها عليه، أو الضجيج الإعلامى الذى تثيره بعض الجهات للتغطية على أمور معينه يهمها أن تظل غير شائعة، أو لصرف الإنتباه عن أحداث مختلفة، ولقد أصبح الضجيج الإعلامى أحد الوسائل المهمة التى تلجأ إليها بعض الجهات المحلية أوالعالمية لإدخال شعوب بعينها فى غيبوبة عقائدية أو وطنية أو محلية، أو لإحداث فوضى فكرية أو ثقافية أو إنتمائية لدى طوائف هذه الشعوب .

## أضرار التلوث الضوضائى

يعتبر التلوث الضوضائى من أهم مشاكل الحياة العصرية، وبخاصة فى المدن والأحياء كثيفة السكان مثل مدينة القاهرة، ويعد هذا النوع من التلوث من أخطر أنواع التلوث للإنسان نفسه ولنمط الحياة التى يحياها، بسبب أن الإنسان لا يستطيع أن يدفع عن نفسه هذا النوع من التلوث، ولا يستطيع أن يهرب منه، لأن هذا النوع من التلوث غالبا ما يصاحبه فى بيته وفى عمله وفى طريقه حيث ذهب، وفى أوقات نومه وفى أوقات راحته واستجمامه، فيمكن أن يحدث التلوث الضوضائى آثاراً نفسية وعصبية وسمعية ضارة لحياة الإنسان وإستقراره النفسى وهدوئه وصفائه الذهنى .

ويمكن كذلك للتلوث الضوضائى أن يصرف الإنسان عن أمور بعينها، هو فى حاجة لأن يستوعبها لتستقيم بها حياته، أو ليؤدى دوره فى المجتمع كمواطن له حقوق وعليه واجبات، وتجعله فى حيرة من أمرة ؛ وللضجيج أضرار متباينة، فقد وجد مثلاً أن الضوضاء المرتفعة فى صورة ضجيج تؤدى إلى إحداث قلق وتوتر عصبى يصعب معه التركيز الذهنى أو الصفاء النفسى .

من العوامل التى يتوقف عليها تأثير الضوضاء، هى مدة التعرض وفجائية الأصوات وتقطعها بالإضافة إلى حدة الصوت الذى يعتبر أكثر تأثيرا من الأصوات الغليظة، وكذلك المسافة بين مصدر الصوت والمستمع له، فكلما قلت المسافة إزداد تأثير الصوت، فتركيز موجات الصوت بقوة على مسامع الإنسان العادى بشدة ٩٠ ديسيبل أو أكثر تتأثر أعضاؤه السمعية بأن يقل تجاوبها مع هذه الشدة، وقد يصاب الإنسان بالصمم العصبى إذا ما استمرت هذه الشدة لفترة طويلة، تكون نتيجته قلة الإنتباه بالتدريج وفقدان الشعور بالأصوات المحيطة حتى بالضوضاء نفسها، وقد يصاب الإنسان بالصمم السمعى الذى ينتج عن تمزّق غشاء طبلة الأذن فى حالة الضوضاء الشديدة جدا والمفاجئة مثل أصوات الإنفجارات (الأعلا من ١٤٠ ديسيبل) كما قد يؤدى هذا النوع من الضوضاء إلى توقف مفاجىء لنبض القلب (سكتة قلبية) عند مرضى القلب .

وتسبب الضوضاء كذلك ألما وتلفا دائما فى الجهاز السمعى للإنسان، ينعكس عليه بإنفعالات نفسية وتأثيرات ضارة على القلب والجهاز الدورى، فى صورة زيادة فى نبض القلب، أو زيادة فى ضغط الدم، كما قد يسبب الضجيج المصحوب بالقلق النفسى زيادة فى حموضة المعدة الذى قد يؤدى بدوره إلى حدوث قرحة المعدة أو الإثنى عشر، ويتوقف معظم هذه التأثيرات على حدة الصوت، أى ما إذا كان حاداً رفيعاً أم غليظاً، و يتوقف أيضاً على فجائية الضوضاء، فالضجيج الفجائى أكثر خطراً من الضجيج المستمر، كما يتوقف كذلك على الفترة الزمنية التى يتعرض لها الشخص للضجيج، فكلما طالت فترته كلما زاد تأثيره الضار، علماً بأن الأطفال الذين ينشأون فى ظروف الضجيج يكونون شديدى الحساسية للإصابة بالرعب والذعر التى تصاحبهم فى معظم مراحل حياتهم، بالإضافة إلى ملازمة التوتر العصبى لهم فى معظم مراحل حياتهم ؛ ومن تأثيرات التلوث الضوضائى أيضا أنه يقلل من القدرة على العمل والإقبال عليه، نتيجة لتأثيراته العصبية والنفسية، بالإضافة إلى إحداثه لنوع من الاضطرابات فى الجهاز الدورى وفى القلب، كما قد يتسبب فى الإصابة بأمراض وعاهات السمع، التى تبدأ بسماع طنين دائم فى الأذن يتضاعف مع إستمرار التعرض للتلوث الضوضائى، حتى ينتهى بإنخفاض فى القدرة على إدراك الأصوات وتمييزها.

ولا يقتصر أضرار الضوضاء على كل ما ذكر، بل يتعداه إلى التأثير على السيدات الحوامل، فوجودهم فى وسط تسوده الضوضاء يجعلهم عرضة للإضطرابات النفسية والفسيولوجية التى سبق الإشارة إليها، ويجعلهم فى حالة عصبية ونفسية غير مستقرة، مما يؤثر على الجنين، إذ من المعروف أن الأم العصبية تنجب أطفالا أصغر حجما عن المعتاد أو ناقصى النمو، وأحيانا يتم الإجهاض ولا يكتمل الحمل، وقد ثبت بالفعل أن التلوث الضوضائى يؤثر على تكوين الجهاز العصبى للأجنة فى أرحام الأمهات، ويبدأ ذلك فى الشهر الرابع من الحمل، وهو وقت بدء تكوين الجهاز السمعى للجنين، وهذا بدوره يؤدى إلى سلوك غير عادى عندما تخرج هذه الأجنة إلى الحياة، كما يؤدى إلى إتساع إنسان العين مما يؤثر بالتالى على قوة الإبصار لدى الطفل .

وتؤثر الضوضاء أيضا على إستيعاب طلبة المدارس وتركيزهم وفهمهم للدروس وعدم القدرة على حل العمليات الرياضية المباشرة والبسيطة، بالإضافة إلى شعورهم بالإنهاك والإرهاق العصبى والدوار والشعور بالوهن، بسبب تأثر الجهاز العصبى لديهم بالجو المشحون بالضوضاء، مما ينعكس على سلوكهم الذى يصبح أميل للعنف والإندفاع والقلق وعدم التركيز، ليصبح سلوكهم أكثر عنفا .

ويمتد تأثير الضوضاء إلى كل من الحيوان والنبات، فقد أثبتت التجارب أن إدرار اللبن والتكاثر فى بعض حيوانات اللبن واللحم ينخفض كلما تعرضت هذه الحيوانات للضوضاء، وأن بعض حيوانات التجارب التى تعيش فى بيئة هادئة تأكل أكثر وتنمو أسرع من الحيوانات التى تعيش فى بيئات شديدة الضجيج، وأن النباتات التى تنمو فى وسط تسوده الضوضاء أقل نموا من زميلاتها التى تنمو فى أوساط أقل فى ذلك المقام، فسبحان الله العظيم .

وقد استعمل الضجيج فى عصور سابقه فى الصين لتنفيذ أحكام الإعدام فى الأفراد الذين يحكم عليهم بذلك، وذلك بأن يتم تعريضهم لضوضاء شديدة تقضى على حياتهم؛ ويستعمل الضجيج الضوضائى فى الوقت الراهن فى عمليات تشويه الذاكرة (مسح المخ) للإنسان، لهذا يعتبر احد أسلحة الحرب الإعلامية بين الشعوب، وأيضاً فى عمليات التعذيب النفسى التى تمارسها بعض الجماعات المتسلطة على بعض الأفراد.

## مكافحة الضجيج والضوضاء

مما لا شك فيه أن مكافحة الضجيج أو الضوضاء هى مسؤلية المجتمع بكامل فئاته وكوادره، لأنه يصل ويؤثر فى كل من يوجدون فى محيط تأثيره، ولهذا فإن مكافحته تتطلب تكاتف كافة الجهود للقضاء على مصادره وتقليل آثاره، وغير خاف على احد أن قضية الضوضاء هى قضية سلوك حضارى فى المقام الأول، وتحتاج إلى أساليب غير تقليدية فى تنمية الوعى الحضارى والسلوك الإجتماعى بأهمية الحفاظ على الهدوء، واحترام مشاعر المواطنين فى العيش فى جو تقل فيه الضوضاء إلى أدنى درجاتها، وتتلخص أهم طرق الحد من الضجيج وتقليل الضوضاء فما يلى :-

١- نشر الوعى بخطورة التلوث الضوضائى على الصحة العامة خاصة على الأطفال، وذلك بكافة وسائل الإعلام والتوعية، مع التركيز على ربطها بالقيم الأخلاقية والسلوكية، وتأثيراتها على الناحية الإقتصادية والإجتماعية والتعليمية .

٢- إبعاد مصادر الضوضاء عن المدن والتجمعات السكنية كالمطارات ومحطات السكك الحديديه وإبعاد ممرات الطائرات عن المدن، ويأتى ذلك عن طريق سن القوانين والتشريعات الصارمة التى تراعى الحد من تفاقم مشكلة الضوضاء، بأن يتم التخطيط العمرانى السليم للأحياء السكنية والمناطق الصناعية والمراكز التجارية وساحات التنزّه، والحدائق العامة والملاعب والنوادى والمستشفيات والمدارس، وكل ذلك فى مناطق غير متداخلة، للحد من تفاقم المشكلة، مع استخدام المواد العازلة للصوت بقدر الإمكان فى كل المنشآت التى يمكن ان يصدر منها ضجيج أو صوت، وتسكين المصانع والورش وتحديد مدن للحرفيين على أطراف المدن، بعيدا عن المناطق السكنية، حتى لا تتسبب أنشطتهم فى نشر الضوضاء، مع العناية بالتشجير، لأن الأشجار تلعب دوراً هاما فى كسر حدة الصوت أو كمصد له أو مشتت له، ونشر المساحات الخضراء حول المساكن، وجعل الشوارع واسعة بدرجة كافية، وارتفاعات المنازل والعمارات متناسبة مع إتساعات الشوارع المحيطة والمساحات الخضراء المتناثرة .

٣- إصدار التشريعات المناسبة لتقليل الضوضاء التى تنتج من السيارات ومكبرات الصوت، وأيضا الضوضاء الصادرة عن النشاط الصناعى، مع العناية بوضع العوازل الصوتية المناسبة للتقليل من آثاره، والتصدى لموجات الضوضاء التى ترافق المباريات بالسيارات والحفلات

العامة، والمناسبات الإجتماعية للفئات المختلفة، أو المناسبات الدينية، بما يجعلها محصورة فى أضيق نطاق، وعدم استعمال آلات التنبيه إلا فى حالات الضرورة القصوى، وللفئات التى يلزم لها أن تستعملها، كعربات إطفاء الحريق أو الحالات الطارئة أو الإسعاف .

٤ – إتخاذ الإجراءات الكفيلة بخفض مستوى الضوضاء فى مواقع العمل، وبخاصة فى المصانع التى تزيد فيها الضوضاء عن الحد المعتاد، وحماية العامل الذى يعمل تحت هذه الظروف بالرعاية الصحية المناسبة، وتقليل ساعات العمل وتشغيل العمال دوريا فى مثل هذه المواقع، بالإضافة إلى تحديث آلات المصانع التى تحدث ضوضاء عالية بآلات أحدث يقل فيها مستوى الضوضاء .

وخلاصة القول أن الضوضاء التى ترتبط بالسلوكيات يتم علاجها بالتوعية الجماعية والتطوير السلوكى للأفراد المشتركين فى توليدها وبتنمية الوعى السلوكى لدى أفراد المجتمع، مع ربطه بالقيم الدينية التى تحض على أن ( لا ضرر ولا ضرار ) وصدق الله العظيم.

# الفصل الخامس

# التلوث بالإشعاع

* مقدمة * أقسام الإشعاع * مصادر الإشعاع
* الذرات ذات النشاط الإشعاعى
* الأشعة الكونية * الإشعاعات الشمسية
* الإشعاع الأرضى .

## مقدمة

بات التلوث بالإشعاع موضوعاً ذا أهمية خاصة، إستحوذ على إهتمام قطاعات كبيرة من البشر، سواء على المستوى الدولى أو على المستوى الإقليمى أو المحلى، لما لهذا النوع من التلوث من آثار خطيرة على الكائنات الحية عموماً قد تستمر لأحقاب طويلة من الزمن، ويقصد بالتلوث بالإشعاع، كل أنواع الإشعاعات التى قد يترتب عنها تلويثاً للبيئة، مثل الإشعاعات الذرية، والأشعة الكونية والإشعاعات الشمسية والأشعة السينية وغيرها، ولهذا يلزم أن نبدأ بالتعريف بالإشعاعات المختلفة وخصائصها والأضرار على البيئة وعلى الإنسان التى قد تنتج عن التعرض لها .

## أقسام الإشعاع

من وجهة نظر التلوث الإشعاعى، يتم عادة تقسيم الإشعاعات إلى نوعين رئيسيين هما :-

١- **إشعاعات مؤينة:** وهى الإشعاعات التى لها القدرة على إثارة ذرات الوسط التى تمر فيه بأن تحدث فيها قدراً من التأين، وهذا يعنى أنها تكسب ذرات الوسط قدراً من الشحن السالبة أو قدراً من الشحن الموجبة، وذلك حسب طبيعة الإشعاع وقوته (أو طاقته) .

٢- إشعاعات غير مؤينة: وهى الإشعاعات التى ليس لها القدرة على احداث إثارة فى ذرات الوسط الذى تمر فيه، وبالتالى لا تحدث لها اى قدر من التأين ، وعموماً تتوقف قدرة الشعاع على إحداث إثارة أو تأين فى ذرات الوسط الذى يمر فيه من عدمه، وعلى طبيعة الشعاع نفسه، وعلى طاقة هذا الشعاع .

فمن المعروف انه يمكن التعبير عن طاقة اى شعاع بالمعادلة التالية :-

$$E = h\nu$$

حيث E طاقة الشعاع

h (ثابت بلانك) ثابت التناسب بين طاقة الشعاع وذبذبته

ν ذبذبة الشعاع اى تردده Frequency

لهذا فكلما زادت ذبذبة الشعاع كلما زادت طاقته، والعكس صحيح .

وتنقسم الإشعاعات المؤينة بدورها إلى نوعين بحسب خصائصها هما :-

١- إشعاعات كهرومغناطيسية Electromagnetic: ولهذا النوع من الإشعاعات صفات مختلفة، منها أن سرعتها تساوى ٣ × ١٠ ^٨^ متر/ ثانية، وان سرعة الشعاع تساوى تردده مضروباً فى طول موجته. تحدث هذه الإشعاعات تأيناً فى ذرات الوسط الذى تمر فيه إذا زادت طاقة الشعاع فيها عن ١٠٠ إلكترون فولت ( والإلكترون فولت e V هو مقدار الطاقة التى يكتسبها إلكترون مفرد عند مروره فى مجال ذى فرق جهده مساويا للواحد فولت وهو يساو ١,٦ × ١٠ ^-١٩^ جول ).

تتفاوت الإشعاعات الكهرومغناطيسية فى طول الموجة تفاوتاً كبيراً، وتشتمل على موجات الراديو، والموجات القصيرة (ميكرو ويف Microwave ) وموجات الأشعة تحت الحمراء وموجات الضوء المرئى وقد وجد ان اطوال موجات هذه الإشعاعات أو ترددها يجعلانها كلها غير قادرة على إحداث تأين فى ذرات الوسط الذى تمر فيه، ولهذا فهى موجات غير مؤينة، اما الأشعة فوق البنفسجية UV والأشعة السينية X-ray وموجات اشعة جاما (γ - rays) وغيرها فهى كلها إشعاعات ذات قدرة مؤينة.

٢- إشعاعات ذات صفات جسيمية : وتتصف هذه الإشعاعات بقدرتها على إحداث التأين، وبعضها ليس له القدرة على ذلك، وتشتمل هذه الإشعاعات على الأشعة الكونية التى تصل إلينا من الفضاء الخارجي، والإشعاعات التى تنتج من العناصر أو النظائر ذات النشاط الإشعاعى (وهى العناصر التى يتعدى عددها الذرى عن٨٢) .الإشعاعات ذات الصفات الجسيمية إما أن تكون مشحونة (أى تحمل شحنة) مثل أشعة ألفا (α) وأشعة بيتا (β)، أو قد تكون إشعاع جسيمى متعادل الشحنة من النيوترونات.

## مصادر الإشعاعات

تنقسم المصادر التى تنتج منها الإشعاعات إلى عدة أقسام ، منها :-

١- مصادر طبيعية : وهى المصادر التى ينتج عنها الإشعاع طبيعيا دون تدخل الإنسان فى إنبعاثها، وتشتمل على الإشعاعات الواردة من الشمس أو الأشعة الكونية الواردة من الفضاء الخارجي، أو الإشعاعات التى تنتج من ذرات العناصر التى لها خاصية الإشعاع الذاتى (أى التى يزيد عددها الذرى عن ٨٢ ولها خاصية الإشعاع الذاتي).

٢- مصادر صناعية : وهى الإشعاعات التى يقوم الإنسان بتوليدها من مصادر مختلفة، أو يكون نشاط الإنسان سبباً فى إنبعاثها، ومن هذه الإشعاعات أشعة الليزر Laser والأشعة السينية x-ray والإشعاعات التى تنتج عن الإنفجارات الذرية أو المفاعلات النووية أو الأشعة فوق البنفسجية، أو أشعة الموجات القصيرة (ميكروويف) الذى يقوم الإنسان بتوليدها بطرق ومن مصادر مختلفة، وغير ذلك من الإشعاعات ذات المصدر الصناعى.

## الذرات ذات النشاط الإشعاعى

من المعروف أن ذرات العناصر التى يزيد عددها الذرى عن ٨٢ ينتج عنها نشاط إشعاعى جسيمى أو كهرومغناطيسى، مع العلم بأن ذرات معظم هذه العناصر يتواجد لها أكثر من نظير، أى أن ذراتها تتواجد فى صورة عدة نظائر مختلفة للعنصر الواحد، وهذا يعنى أن ذرات العنصر الواحد (التى لها عدد ذرى واحد) يمكن أن يكون لها أكثر من وزن ذرى واحد، ويتكرر ذلك بعدد النظائر التى تمثلها هذه الذرة .

فذرات اليورانيوم مثلاً لها نظيرين، نظير اليورانيوم الذى وزنه الذرى ٢٣٥ ونظير اليورانيوم الذى وزنه الذرى ٢٣٨ وكلا النظيرين لهما نفس العدد الذرى وهو ٩٢، لهذا فنظير اليورانيوم ٢٣٥ تحتوى نواته على ٢٣٥ -٩٢- = ١٤٣ نيوترونا، بينما النظير ٢٣٨ له تحتوى نواته على ٢٣٨ -٩٢= ١٤٦ نيوترونا وتفقد ذرات اليورانيوم التى لها خاصية الإشعاع الذاتى حبيبة الفا α - Particle من كل ذرة (حبيبة الفا هى نواة ذرة الهيليوم التى تحتوى على ٢ بروتون، ٢ نيوترون ، أى أن شحنتها تساوى ٢ وكتلتها تساوى ٤) لتعطى عنصر الثوريوم الذى عدده الذرى ٩٠ ، فاليورانيوم ٢٣٥ يعطى الثوريم ٢٣١ بينما اليورانيوم ٢٣٨ فيعطى الثوريوم ٢٣٤.

والإشعاعات التى تنتج عن الذرات التى لها خاصية الإشعاع الذاتى هى أشعة الفا α rays، واشعة بيتا β rays واشعة جاما γ rays، وتستمر ذرات العناصر التى لها خاصية الإشعاع الذاتى فى إنتاج هذه الإشعاعات المذكورة لمدد قد تطول أو تقصر بحسب طبيعة النظير المشع، ثم تتحول بعد إنقضاء فترة الإشعاع الذاتى إلى عناصر غير مشعة، ويستعمل حاليا إصطلاح متفق عليه كمقياس للزمن الذى يستمر فيه النظير المشع فى إنتاج الإشعاع، يعرف بإسم زمن نصف العمر Half-life tim الذى هو عبارة عن الفترة الزمنية التى تنخفض خلالها القوة الإشعاعية لهذا النظير إلى النصف، أو هو الزمن اللازم لتحول نصف الأنوية الموجودة فى العينة إلى العنصر المقابل غير المشع، وتختلف النظائر المشعة فيما بينها فى نصف العمر إختلافاً شديداً، فمثلا نصف عمر نظير اليورانيم ٢٣٨ هو ٤,٤٦ × ١٠ ^٩^ سنة ، ولنظير اليورانيوم ٢٣٥ هو ٧,٠٤ × ١٠ ^٨^ سنة ، ونصف عمر نظير الكربون ١٤ هو ٥٧٣٠ سنة ، ونصف عمر نظير البولونيوم ٢١٨ هو ٣,٠٥ دقيقة ، أما نصف عمر نظيرالبولونيوم ٢١٤ فهو ١٦٢ ميكروثانية، وعموماً يتم تحديد نوعية النظير المشع لعنصر معين من خلال طاقة الشعاع المنطلق منه ونوعه ونصف عمره وكمية النشاط الإشعاعى له.

١- أشعة الفا (α - Rays) : تتكون أشعة الفا من أنوية ذرات الهيليوم $He^{4}_{2}$ والتى بدورها تتألف من ٢ بروتون ، ٢ نيوترون، لهذا فهى جسيمات مشحونة بشحنتين موجبتين بسبب أن البروتون الواحد مشحون بشحنه موجبة واحدة، بينما النيوترون فمتعادل الشحنة، وسرعة

حبيبات ألفا ضعيفة نسبياً، ولهذا فإن قدرتها على إختراق المواد ضعيفة أيضاً، ويطلق على هذه الأشعة أيضاً إسم حبيبات ألفا، لأنها تتكون من أنوية ذرات الهيليوم التى كتلتها تساوى ٤، ويمكن لأشعة ألفا إحداث تأين فى ذرات المواد التى تخترقها نظراً لقدرتها الفائقة فى إزاحة الإلكترونات التى تعترض طريقها عند إختراقها لهذه الذرات، وذلك بسبب شحنتها الموجبة وكتلتها المرتفعة نسبياً، ولهذا فإن أشعة ألفا شديدة الضرر على الخلايا وعلى الأنسجة الحية التى تمر خلالها، لما تحدثه فى جزيئاتها الحيوية من إتلاف، بإحداثها تأيناً فى هذه الجزيئات، وبسبب ذلك تعتبر أشعة ألفا من أخطر الإشعاعات التى يحدث عن التلوث بها أشد الأضرار بالإنسان والكائنات الحية الأخرى.

٢- أشعة بيتا (β rays): تتكون أشعة بيتا من الألكترونات أو من البوزيترونات (وهى المساوية للألكترون فى الكتلة والمختلفة معه فى نوع الشحنة) حيث ان كتلة الإلكترون أو البوزيترون تساوى تقريباً ١ : ١٨٤٠ من كتلة البروتون، ولكنه يتساوى معه فى الشحنة (الموجبة على البوزيترون أو السالبة على الإلكترون)، وبسبب صغر كتلة حبيبات أشعة بيتا فإن قدرتها على إختراق الأجسام أعلى بكثير من أشعة ألفا وطاقتها لذلك عالية، ولكن قدرتها على إحداث التأين منخفضة بسبب ضآلة كتلتها بالقياس بكتلة إشعاعات ألفا.

٣- أشعة جاما (γ rays) : أشعة جاما هى أشعة كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية جداً بالمقارنة بالأشعة الضوئية، وسرعتها تقترب من سرعة الضوء، ولها قدرة كبيرة على إختراق الأنسجة الحية، إلا أن قدرتها على إحداث تأين أقل كثيراً من قدرة أشعة بيتا أو أشعة ألفا.

٤- أشعة النيوترونات: تنتج النيوترونات من إنقسام أنوية النظائر المشعة داخل المفاعلات النووية، وهى عبارة عن وحدات لها نفس كتلة البروتونات، لكنها لا تحمل شحنة موجبة أو شحنة سالبة بل هى متعادلة الشحنة، وتتكون أشعة النيوترونات بسرعات عالية جداً تكسبها غالباً طاقة كبيرة، وتجعلها تحدث إنشطاراً فى أنوية الذرات الثقيلة مثل اليورانيوم إذا ما اصطدمت بها، الأمر الذى يؤدى إلى إنتاج المزيد من النيوترونات فى تفاعل متسلسل Chain reaction. وللنيوترونات القدرة على إحداث تأين للمادة وللأنسجة بصورة غير مباشرة، ولهذا فهى من الإشعاعات الخطيرة إذا ما تعرضت لها الخلايا أو الأنسجة الحية.

## الأشعة الكونية Cosmic Rays

تصل إلى الكرة الأرضية أشعة كونية، يعتقد أن مصدرها المجرات الموجودة فى الفضاء السحيق، وان هذه الأشعة تحتوى على بعض الجسيمات المشحونة كهربياً، ولهذا تتأثر حركتها أو خط سيرها بالمجال المغناطيسى للأرض، والذى يمتد تأثيره لمسافات بعيده فى الغلاف الجوى المحيط بها .

تعرف الأشعة الكونية التى تصل إلى سطح الأرض بالأشعة الكونية الثانوية، وتنتج من تفاعلات الأشعة الكونية الأولي (التى تصل إلى غلاف الكرة الأرضية من المجرات) مع ذرات الأكسجين والنيتروجين المتواجده بالغلاف الجوى المحيط بالكرة الأرضية، ومن المعروف أن تفاعل الأشعة مع أنوية ذرات الغازات المكونة للغلاف الجوى يتولد عنه مواد ذات نشاط إشعاعى، وتتولد هذه المواد بصفة مستمرة، ولهذا يتولد فى الجو نظير الكربون ١٤ ($^{14}C$) ونظير الهيدروجين ٣ تريتيوم ($^{3}H$) ونظيرى البريليوم ($^{7}Be$) ، ($^{10}Be$) وايضا نظير الأرجون ٣٩ ، ولتوليد النظير المشع للكربون $^{14}_{6}C$ تتفاعل نيوترونات من الأشعة الكونية الأولية أو الثانوية *Neutron* $^{1}_{0}$ مع نويات ذرات النيتروجين $^{14}_{7}N$ ، حيث تحتجز كل نواة منها نيوترونا واحداً، وتطرد فى المقابل بروتونا واحدا *Proton* $^{1}_{1}$ ، وبذلك يتكون نظير الكربون المشع ١٤( $^{14}_{6}C$ )، وتسمى عملية توليد الكربون المشع ($^{14}C$)نتيجة التصادم بين نيوترونات من الأشعة الكونية مع أنوية ذرات غاز النيتروجين باسم عملية التنشيط الإشعاعى، وتتولد باقى المواد المشعة فى الجو بتفاعلات مماثلة بين الأشعة الكونية مع ذرات الغازات الأخرى، ويتوقف معدل توليدها على نسبة توفر أنوية ذرات الغاز الأصلى فى الجو وزمن نصف العمر لنواة الذرة ذات الإشعاع الذاتى التى تولدت عن التفاعل .

يتعرض الأفراد الذين يطيرون على إرتفاعات شاهقة تصل إلى ٢٤ ألف قدم (٨ كيلو مترات تقريبا) إلى جرعة اعلى من الأشعة الكونية، حيث أن كمية هذه الأشعة تتزايد بالإبتعاد عن سطح الأرض، وان الأشعة الكونية، بتأثير المغناطيس الأرضى عليها ، تكون حزامين إشعاعيين يحيطان بالكرة الأرضية، على إرتفاع ١٦ ألف كيلو متر للحزام الخارجى وحوالى ٤ آلاف كيلو متر

عن سطح الأرض للحزام الداخلى، وهذين الحزامين يحيطان بالكرة الأرضية، فيما عدا فوق منطقتى القطب الشمالى والقطب الجنوبى المغناطيسى، ويسمى الحزامان باسم حزامى فان الن ، يشكل حزامى فان الن خطورة عالية على رواد الفضاء، بسبب تأثيرهما على أجهزة الإتصالات والتوجيه الألكترونية فى مركبات الفضاء، ولهذا ينفذ هؤلاء الرواد عادة إلى الفضاء الخارجى من خلال فتحات الحزام الإشعاعى فوق منطقتى القطبين .

## الإشعاعات الشمسية

الشمس جسم متوهج، عبارة عن فرن هائل، تنطلق منه كميات هائلة من الطاقة فى كل الإتجاهات المحيطة بها، ولهذا وصفها الحق سبحانه وتعالى بالسراج، حيث قال تعالى:

(ألم تروا كيف خلق الله سبع سماوات طباقا ، وجعل القمر فيهن نوراً ، وجعل الشمس سراجاً)

صدق الله العظيم (الآيتين ١٥ ، ١٦ من سورة نوح ).

يفسر التوهج المستمر للشمس بحدوث تفاعلات نووية، حيث وجد أن مصدر الطاقة فيها ينتج من تحول عنصر الهيدروجين إلى عنصر الهيليوم، عن طريق تفاعلات نووية يدخل الكربون فيها كعنصر مساعد للتفاعل.

وتتأثر كمية الإشعاعات الشمسية التى تصل إلى سطح الأرض بعوامل كثيرة منها :-

١- مقدرة جزيئات الغازات المكونة للغلاف الجوى (بما فيها جزيئات بخار الماء) على امتصاص قدر كبير من هذه الإشعاعات.

٢- إنعكاس جزء كبير من هذه الإشعاعات مرة أخرى إلى الفضاء الخارجى بواسطة الأسطح الجليدية على الكرة الأرضية وأيضاً بواسطة السحب.

٣- كلما كان ميل زاوية سقوط الأشعة الشمسية على السطح كبيراً كلما قلت الكمية منها التى تصل إلى الأرض، أما إذا كانت زاوية سقوط الأشعه عمودياً فتكون أكثر تركيزاً وأشد إختراقاً للغلاف الجوى ووصولاً إلى سطح الكرة الأرضية.

٤- بعد الشمس عن الأرض، حيث يتراوح هذا البعد بين ١٥٢ مليون كيلو متر فى الصيف(٤ يوليو) و ١٤٧ مليون كيلو متر فى الشتاء (٢ يناير).

٥- عدد ساعات كل من الليل والنهار، علماً بأنه يتساوى طول الليل مع طول النهار عند خط الإستواء ويتزايد الفرق بينهما بالإبتعادعن خط الإستواء والإقتراب من منطقة الأقطاب الارضية . وتتكون الإشعاعات الشمسية من إشعاعات بأطوال موجات تغطى كل إشعاعات السلسلة الكهرومغناطيسية، وبدءاً من أطوال موجات تصل إلى ٣ كيلو مترات لموجات الراديو حتى أطوال تقاس بالأنجستروم أو النانوميتر ( ١ ×١٠^-٩ متر ) وهى للاشعة السينية ولأشعة جاما.

وتتكون الإشعاعات الشمسية من عديد من الإشعاعات منها : موجات الراديو ذات الموجات الطويلة والمتوسطة والقصيرة ، والموجات القصيرة (ميكرو ويف)، والأشعه تحت الحمراء IR، وإشعاعات الضوء المرئى ( بألوان الطيف المختلفة )، والأشعه فوق البنفسجية UV، والأشعه السينية X-RAY واشعة جاما RAY- γ والأشعة الكونية، ويجب أن يكون معلوماً بأن الأشعاعات المرئيه من أشعة الشمس تنقل ما يساوى ٤١٪ تقريباً من مجموع الطاقة الكلية التى تصل إلى الأرض من الشمس، بينما تنقل الأشعة تحت الحمراء IR حوالى ٥٠٪ من مجموع هذه الطاقة التى تصل إلى الأرض، فى حين تنقل الأشعة فوق البنفسجية والسينية وأشعة جاما حوالى ٩٪ فقط من مجموع الطاقة الشمسية التى تصل إلى سطح الكرة الأرضية .

تنطلق من الشمس جسيمات مشحونه بسرعة ١٦٠٠ كيلو متر فى الثانية، بمعدل مرة كل شهر تقريباً، من جزيئات الهيليوم والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين متجهة إلى الأرض، وتسمى هذه الجسيمات بالعواصف المغناطيسية، حيث تلتقط الأرض جزءاً من جسيمات العواصف الشمسية عند القطبين، تحدث هذه الجسيمات إحتكاكاً بذرات الأكسجين والنيتروجين فى الغلاف الجوى، محدثه وهجا او وميضا لونه اخضر او احمر فى سماء

القطبين، وتسمى هذه الظاهرة باسم الوهج أو الشفق القطبى (Aurora في منطقة الجو الحرارية (ثيرموسفير Thermosphere)، حيث يتكون شفق القطب الشمالى Aurora borealis وشفق القطب الجنوبى Aurora austevalis، ولا يجب أن يغيب عن الذهن أن معظم الإشعاع الشمسى الموجه إلى الأرض لا يصل إلى سطح الكرة الأرضية حيث يتعرض جزء منه للإمتصاص فى طبقات الجو المختلفة (١٩٪ منه) وجزء آخر يتعرض للإنعكاس على الأسطح العاكسة المختلفة ( ٣٥٪ منه ) أما الباقى فهو الذى يصل إلى سطح الكرة الأرضية ( ٤٦٪ منه تقريبا ) .

## الإشعاع الأرضى

من المعروف أن الأرض تقوم بإختزان جزء من طاقة الإشعاعات الشمسية التى تصل إليها، حيث تعمل الأرض كجسم ماص للحرارة، ثم تقوم بإعادة إشعاعها مرة أخرى، إذا انخفضت درجة حرارة الطبقة الملاصقة لسطح الأرض من الغلاف الجوى عن درجة حرارة سطح الأرض، ويتم ذلك غالباً أثناء الليل .

يتكون الإشعاع الأرضى غالباً من إشعاعات مؤينة وإشعاعات غير مؤينة، تتكون الإشعاعات الأرضية غير المؤينة من موجات الأشعة الحرارية الطويلة (تحت الحمراء الطويلة) والتى يتم إمتصاصها بواسطة بخار الماء فى طبقات الجو السفلى، ولا ينفذ منها إلى طبقات الجو العلوية إلا قدر ضئيل للغاية لا يتجاوز ٣٪ من مجموع الإشعاع الأرضى غير المؤين، ومع ذلك ينعكس هذا القدر من الاشعاع على السحب مرة أخرى إلى الأرض، مما يجعل الإتزان الحرارى لجو الأرض كما لو كان صوبة زجاجية green house حيث يتبادل الغلاف الجوى مع سطح الأرض الإحتفاظ بالحرارة، مما يحافظ بالتالى على دفء جو الأرض .

أما الإشعاع الأرضى المؤين فينطلق أساساً من المواد ذات النشاط الإشعاعى الموجودة بالغلاف اليابس من الكرة الأرضية، ويختلف كمية هذا الإشعاع باختلاف نسب وجود هذه المواد المشعة وأيضاً باختلاف نوعياتها.

## التلوث بالإشعاع الذرى

غالبا ما يأتى التلوث بالإشعاع الذرى من التجارب النووية أو من الحوادث التى قد تنتج من محطات القوى الكهربائية التى تعمل بالطاقة النووية، بالإضافة إلى النفايات المشعة التى تلجأ بعض الدول فى دفنها فى قاع المحيطات أو فى صحارى دول أخرى تقبل بتخزينها فى اراضيها فى غفلة من شعوبها ، أو من حرب نووية قد يلجأ إليها حاكم موتور فى غفوة تصيب ضمير الإنسان، وأخيرا من ضعف إحتياطات التعامل مع النظائر المشعة التى تستخدم فى علاج بعض الأمراض، أو من العناصر التى تكتسب خاصية الإشعاع الذرى لوجودها فى مجال إشعاع مواد ذات إشعاع ذرى فعلا، وهناك أنواع ثلاثة من النفايات النووية تتكون من النشاط النووى هى كما يلى :-

أ – نوع يتكون عند معالجة المواد الخام المشعة مثل اليورانيوم والبلوتونيوم لتصبح وقودا يمكن إستخدامه فى المفاعلات النووية ، وتتكون النفايات فى هذه الحالة من المواد المصاحبة للمواد المشعة واكتسبت النشاط الإشعاعى، وبرغم ضعف نشاطها الإشعاعى فإنه يستمر لآماد طويلة قد تصل إلى ألف سنة .

ب – نوع يتكون داخل المفاعلات النووية سواء تلك التى تنتج طاقة أو التى تستخدم فى عمل النظائر المشعة، وغالبا ما تكون من المواد غير المشعة ومع ذلك تكتسب خاصية الإشعاع بدرجة ضعيفة أو متوسطة، وتنتج إشعاعات بيتا وجاما فقط، وقد ينتج نفايات ناتجة عن تفتت المواد المشعة نفسها التى تمثل الوقود النووى وتكون قوية الإشعاع وتصدر إشعاعات ألفا وبيتا وجاما، ويستمر نشاطها الإشعاعى لآماد قد تصل لأكثر من ألف سنة.

جـ – بقايا الوقود النووى الذى يتكون غالبا من اليورانيوم والبلوتونيوم وغيرهما من الوقود النووى بعد إستنفاد طاقتهما فى المفاعلات النووية ، ولها نفس خصائص الوقود النووى من ناحية الإشعاع .

وبسبب الخطورة العالية لهذه النفايات الذرية فإنه يتم عادة تخزينها داخل مواد عازلة لها خاصية إمتصاص الإشعاع مثل الكربون والسيليكون والسيراميك والرصاص لمنع نفاذ الإشعاعات النووية خارجها، لما لهذه الإشعاعات من أضرار على الكائنات الحية عموما .

وبالإضافة لهذه النفايات فإن التجارب النووية، وبخاصة تلك التى تجرى فوق سطح الأرض، تؤدى إلى تكوين سحابة كبيرة ترتفع فوق سطح الأرض إلى طبقات الجو العليا بفعل الطاقة الحرارية التى تنتج عن الإنفجار، حاملة معها الغبار الذرى الذى يحمل معه بعض النظائر المشعة، مكوّنا سحابة تحمل فى طياتها بعض النظائر المشعة وتستمر فى الجو وتتحرّك تحت تأثير الرياح لتصل إلى مناطق بعيدة جدا عن موقع الإنفجار ، ويستمر النشاط الإشعاعى لهذه السحابة لفترة طويلة جدا، وتبدأ فى التساقط على سطح الأرض وتلويث الهواء والأرض والمياه وكل ما يحيط بالمنطقة التى يتساقط عليها .

بقى أن نشير إلى أن التلوث الإشعاعى وبخاصة من عنصر البلوتونيوم يتسبب فى الإصابة بسرطان الدم ( اللوكيميا ) حتى بكميّات ضئيلة جدا منه، بالإضافة إلى الأنواع الأخرى من السرطانات مثل سرطان البنكرياس والورم النخاعى ، بالإضافة إلى تأثيرها على أنوية الخلايا وبخاصة تلك التى فى حالة إنقسام، ولهذا فإن لهذه الإشعاعات أضرارا وراثية تظهر فى صورة أمراض وراثية على الأجيال المتعاقبة، مثل التشوّهات الخلقية، بالإضافة إلى تأثيراتها المباشرة على الأجسام التى تتعرّض لها.

## التلوث الكهرومغناطيسى

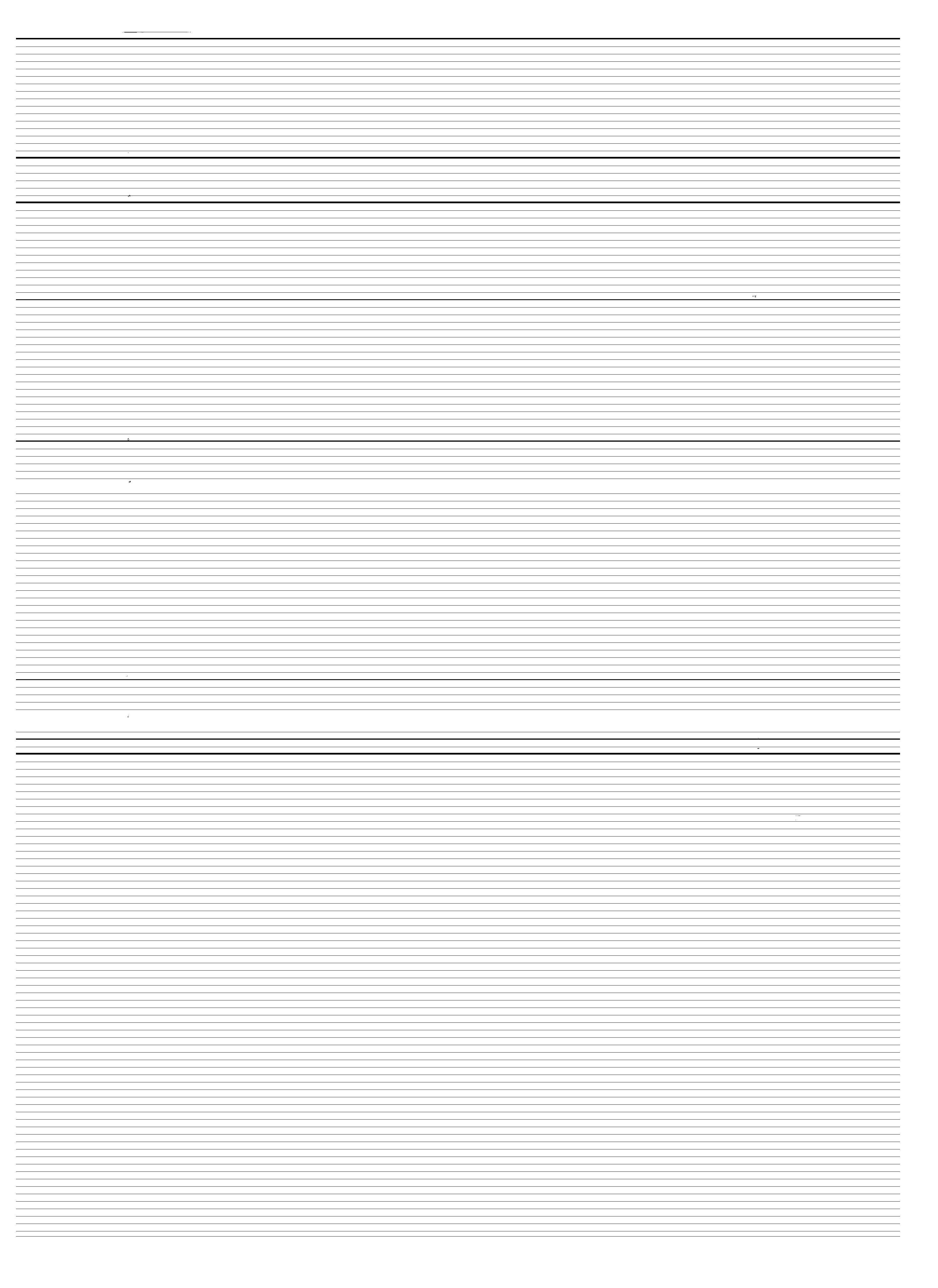
من المعروف أن الموجات الكهرومغناطيسية أقل فى طاقتها من الأشعة الكونية واشعة جاما،ولذلك فهى لا تدمّر الخلايا، لكنها قد يكون لها تأثير عليها بطريقة لم تتضح بجلاء بعد، لذا فقد لجأ بعض العلماء إلى التنويه عن التلوث الكهرومغناطيسى الناتج من الموجات الكهرومغناطيسية والمجالات المغناطيسية التى يعتقد أنها تؤثر على صحة الإنسان، بسبب أن هناك إعتقاد بأن هذه الموجات والمجالات لها تأثير على النقل العصبى داخل الجهاز العصبى للإنسان وباقى الكائنات التى تمتلك جهازا عصبيا يعمل عن طريق النبضات، لدرجة أن بعض العلماء يشير إلى إحتمال تشوّه الأجنة أو التخلف العقلى أو تكوّن ثغرات فى أنسجة المخ من تأثير مثل هذه الموجات ، وليس أدل على ذلك من أن التعرّض لخلايا الميكرو ويف تفقد خلايا الدم البيضاء الكثير من نشاطها عند التعرّض لهذه الموجات، ويدخل فى هذا المجال الآثار البيئية

لشبكات الضغط العالي والتعرض لأشعاعات أجهزة التليفزيون عن قرب لمدد طويلة ولشاشات الحاسبات الألكترونية وغيرها من الأجهزة الألكترونية .

# الباب الثانى

## تلوث البيئة الزراعية

* خصوصية البيئة الزراعية
* المبيدات كملوثات للبيئة
* التعرض للمبيدات والإسعافات الأولية
*تلوث البيئة الزراعية
* احتياطات نقل وتخزين الكيماويات الزراعية



# الفصل السادس

# خصوصية البيئة الزراعية

* مقدمه * الأفات وأضرارها * المبيدات وأنواعها
* المبيدات و مكافحة الأفات * أقسام المبيدات
* بطاقة المبيدات : معلوماتها و أهمية الرجوع إليها

## مقدمة

من المعروف أن البيئات الزراعية على وجه العموم هى مواقع إنتاج المواد الزراعية والغذائية، حيث يتم فيها إنتاج كل أنواع المحاصيل الزراعية من حبوب و بقول وخضروات وفواكه وأيضاً الدواجن والبيض واللحم واللبن ومنتجاته وغير ذلك من المحاصيل النباتية أو الحيوانية .

ومن المعروف كذلك أن الإنتاج الزراعى عامة يتطلب توافر عناصر شتى، منها مثلاً أنواع نباتية محددة وأنواع حيوانية محددة، بالإضافة إلى باقى عناصر الإنتاج من أرض زراعية ومصدر للمياة، وفوق كل ذلك العنصر البشرى، ومن الطبيعى أن يصاحب ذلك كله تواجد كائنات أخرى متباينة، تتمثل فى الكائنات الحية المرتبطة بالموقع وما يحتويه، خاصة تلك التى لها دور كبير، سلبى أو إيجابى، فى عملية الإنتاج الزراعى، وأهمها على الإطلاق هى مجموعة الكائنات الحية التى يطلق عليها الآفات، والآفات أنواع متباينة من الأحياء، فمنها الكائنات الدقيقة التى تسبب الأمراض النباتية، ومنها مجموعة كبيرة تنتمى إلى المملكة الحيوانية، ومجموعة أخرى كبيرة تنتمى إلى المملكة النباتية، حيث تشتمل الآفات مثلاً على حشرات وما يدانيها من كائنات، وعلى رخويات وعلى قوارض وعلى نباتات زهرية وعلى طحالب وعلى فطريات وعلى بكتيريا وعلى حشائش وغيرها .

وتعتبر العملية الإنتاجية الزراعية فى مفهومها العام بأنها تطويع لعناصر البيئة بهدف الحصول على إنتاج وفير ذى مواصفات جيدة لتحقيق رغبات الإنسان فى الحصول على غذائه وكسائه وحاجاته، ويستلزم ذلك بالتالى إستعمال مركبات كيماوية متباينة، والتى قد يكون منها العديد من المواد الكيماوية فى صورة مخصبات زراعية أو فى صورة

مبيدات للآفات او منظمات للنمو النباتى او أدوية علاجية للحيوانات المزرعية أوغيرها من أنواع الكيماويات التى تستعمل فى خدمة الإنتاج الزراعى .

كل هذا وغيره جعل للبيئة الزراعية خصوصية محدده تميزها عن البيئات الأخرى، أو بمعنى آخر جعلها تشتهر بتوفر أشكال محددة من التلوث، قد لا تتوفر فى غيرها من البيئات، أو قد تكون موجودة بها ولكن بدرجة أقل جداً مما هى عليه فى البيئات الزراعية.

كما أن هناك نقطة أخرى تجعل لتلوث البيئة الزراعية خصوصية تستوجب الإهتمام، وهى أن البيئة الزراعية هى موقع إنتاج المواد الغذائية بكل صورها، حيث تمد المجتمعات البشرية بما تحتاج إليه من هذه المواد، و لهذا فإن التلوث الذى قد يحدث فى البيئة الزراعية يكون عرضة للإنتشار والتوسع إلى مناطق أخرى، عند نقل المنتجات الزراعية إليها. صحيح أنه لا توجد حدود واضحة فى اليابسة والجو والمياة تفصل البيئة الزراعية عن البيئات الأخرى، وأن الترابط الشديد المتوفر حالياً بين كافة المجتمعات، بسبب تطور وسائل المواصلات، قد جعل النظرة الشاملة إلى موضوع التلوث البيئى أمر حتمى وضرورى، فإن هذا لا يقلل مطلقاً من أهمية توجيه إهتمام خاص إلى " المنابع " التى قد تكون مصدراً للتلوث، خاصة إذا حدث التلوث بأشد الملوثات خطورة، ونعنى بها المبيدات، لان هذا التلوث من شأنه أن يمتد ليشمل كل من يستهلك المنتجات الزراعية الملوثة بها فى اى موقع .

## الآفات وأضرارها

تعرف الآفة بأنها " أى حشرة او قارض او نيماتودا او فطر او حشيشة او اى شكل آخر من أشكال الحياة الأرضية أو المائية ، النباتية أو الحيوانية أو البكتيريا أو الفيروس أو غيرها من الكائنات الدقيقة (فيما عدا الفيروسات أو البكتيريا أو غيرها من الكائنات الدقيقة التى تعيش على أو فى داخل الجسم الحى للإنسان أو للحيوان) والتى يصنفها المختصون أنها فى عداد الآفات " هذا هو تعريف الآفة فى القانون الفيدرالى الأمريكى FIFRA، وعموماً فإن أهم شرط لتعريف الآفة هو فى كونها تسبب ضرراً مباشراً أو غير

مباشر للإنسان أو حتى مجرد مضايقته وتقلل من الدخل المحصول لزراعاته، وهناك تعريفات أخرى للآفات .

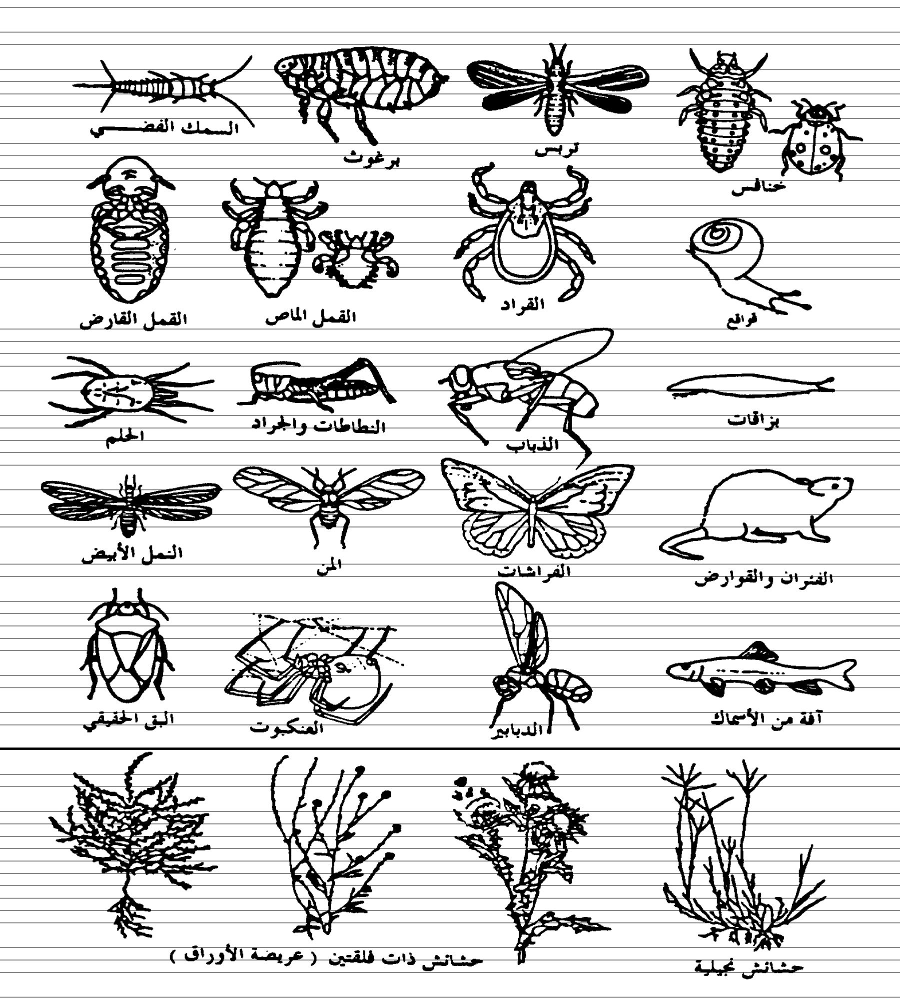
تشتمل الآفات، كما هو واضح من تعريفها، على أصناف متباينة من الكائنات الحية، فتشتمل على أنواع من الحشرات والقراد والحلم والعناكب والرخويات (كالقواقع والبزاقات) وعلى أنواع من الحيوانات الفقارية كالقوارض ومنها الطيور ومنها النباتات كالحشائش، كما أن منها الكائنات الدقيقة التى تسبب أمراضا مختلفة للنبات ويشتمل شكل (٤) على نماذج متباينة من الآفات المختلفة .

وللآفات أضرار شتى، لا تستقيم للإنسان حياة هانئة خالية من الكثير من الأمراض فى وجودها كما قد لا يجد كفايته من الغذاء والكساء إلا إذا درا عن نفسه وعن زراعته وحيواناته هذه الآفات أو اضرارها بقدر ما يستطيع . فمن الآفات قسم يسبب ضرراً مباشراً بالإنسان نفسه بمضايقته له أو بنقل الأمراض إليه، مثل الذباب والناموس والقمل والبراغيث والبق والقراد والصراصير التى تؤذى الإنسان بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بدرجة لا تهنأ له فى وجودها حياة .

## المبيدات وأنواعها

تعرف المبيدات عموما بأنها ( اى مادة اوخليط من مواد تستعمل فى مكافحة او منع أو إهلاك أو طرد أو إستبعاد اى كائن حى يعرف على أنه آفة ) أو ( اى مادة او خليط من مواد يوصى بإستعماله كمادة منظمة للنمو الحشرى أو للنمو النباتى ويستعمل فى مكافحة الآفات ) .

وللمبيدات أنواع عدة، فمنها المبيدات الحشرية ومبيدات الحشائش ومبيدات الفطريات ومسقطات الأوراق النباتية ومجففات النمو الخضرى والمبيدات النيماتودية ومبيدات القوارض ومبيدات الرخويات (القواقع والبزاقات ) ومبيدات الطيور ومبيدات الحلم وغيرها .




شكل (٤): بعض الآفات الزراعية الشائعة

وتتكون المبيدات عموماً من مركبات كيماوية تنتمى إلى مجاميع كيماوية متعددة ومتباينة، ولذلك تؤثر على الكائنات الحية بطرق شتى، فمنها مجموعة كبيرة من المبيدات تؤثر على الجهاز العصبى للآفات ومنها ما يؤثر على التنفس، ومنها ما يؤثر على إنقسام الخلايا والنمو والتكشف، ومنها ما يؤثر على البناء الحيوى للبروتينات أو الأنزيمات أو العضيات الخلوية المختلفة، كما أن منها ما يؤثر على الجهاز الهضمى، ومنها ما يتدخل فى تنظيم النمو النباتى أو الحشرى، كما أن منها ما يدفع الخلايا إلى الأنقسام العشوائى مسبباً نموات سرطانية، ومنها ما يحدث تحورات عضوية فى الأجنة، ومنها ما يزيد من سيولة الدم، ومنها ما يتلف الأنسجة النباتية بالملامسة، ومنها ما يتدخل (بأفساد) فى النمو النباتى، وغير ذلك من طرق التأثير الحيوى على الكائنات النباتية أو الحيوانية أو الفطرية والتى تحدثها هذه المجموعة من السموم .

كما قد تسبب الآفات الحشرية والحيوانية إتلافاً للمحاصيل الزراعية والحيوانية، بأن تقرض أوراق النبات أو تعمل أنفاقاً فى أوراقها أو فى سيقانها أو فى جذورها أو فى درناتها أو فى ثمارها، كما قد تتغذى مباشرة على الثمار، أو قد تمتص عصارة النبات بتطفلها على أوراقه أو على سيقانه، أو قد تسبب نموات غير طبيعية (سرطانية) للنبات، أو قد تنقل اليه مسببات الأمراض، كما قد تتلف المنتجات الزراعية والأغذية المخزونة بأن تتغذى عليها، كما قد تنشر أمراض الحساسية بين الناس وأيضاً بين الحيوانات، وأخيراً قد تسبب الرعب والمضايقة للكثير من الأشخاص الذين لا يطيقون رؤيتها .

وتنحصر أضرار الآفات الزراعية من الحشائش فى منافسة نباتات المحاصيل على المكان وعلى مياه الرى وعلى العناصر المغذية، مما ينتج عنه خفضاً فى نوعية وكمية إنتاجية المحاصيل الموجودة بها، كما قد تزيد من تكاليف الإنتاج، وبعضها يحتوى مواد سامة للإنسان وللحيوان، أو قد يحتوى مواد مسببة للحساسية، كما أن معظمها يعول الآفات الحشرية ومسببات الأمراض النباتية إلى أن تجد الفرصة للإنتقال إلى المحصول الذى يزرعه الإنسان، وأيضاً تقلل من كفاءة المراوى والمصارف وتساعد على زيادة الفاقد من مياه الرى .

اما مسببات الأمراض النباتية فتعمل على هلاك النباتات التى يزرعها الإنسان، وتقلل إنتاجيتها وقد تؤدى إلى القضاء عليها تماماً، كما قد تؤدى إلى فساد المنتجات الزراعية الغضة من خضروات إلى فاكهة إلى غير ذلك من المنتجات .

وتتوفر المبيدات فى عدة صور تسمى مستحضرات، فمنها ما هو على صورة مركز إستحلاب (EC) ومنها ما هو مسحوق إبتلال (WP) او مسحوق ذوبان (SP) او مسحوق تعفير (D) او فى صوره محببات (G) او مبخرات (F) او طعوم سامة او مضببات او مركزات ذوبان مائية (WS) او مركزات الحجم المتناهى فى الصغر (ULV) او متحوصلات دقيقة، او غير ذلك من صور المستحضرات .

والتعدد الذى نلاحظه فى صور المستحضرات التى تجهز بها المبيدات يعطى الفرصة لتنوع التطبيق والأستخدام، حيث يتم إستعمال هذه المستحضرات تطبيقاً على الأسطح النباتية، او على الجلد الخارجى للحيوانات، او على سطح التربة، ومنها ما ينفذ إلى داخل جسم الآفة او إلى داخل عمق التربة كما أن منها ما ينتشر فى الهواء، ومنها ما يسرى داخل التربة مع تيار الماء، وغير ذلك من صور النفاذية .

وللمبيدات اقسام اخرى، فمنها ما هو عضوى التركيب، ومنها ما هو غير عضوى، ومنها ما يؤثر بالملامسة ومنها ما هو جهازى، كما أن منها ما هو شديد السمية، ومنها ما هو متوسط السمية ومنها ما هو قليل السمية او منخفضها، ومنها كذلك ما هو طويل البقاء فى البيئة، ومنها ما هو اقل بقاءاً فيها، وغير ذلك من اقسام المبيدات .

## المبيدات ومكافحة الآفات

قبل التوسع فى إستعمال المبيدات العضوية المصنعة معملياً (اى قبل عام ١٩٤٥م) إستعملت المبيدات غير العضوية على نطاق واسع، مثل اخضر باريس (المحتوى على الزرنيخ)، الذى إستخدم لمكافحة خنفساء البطاطس، وسيانيد الهيدروجين الذى إستعمل ضد الحشرات القشرية، وزرنيخات الرصاص التى إستعملت ضد البق الدقيق، وزرنيخيت الصوديوم التى إستعملت كمبيد حشرى وللقوارض وللحشائش. كما إستعملت كذلك مركبات للنحاس والزنك والكروم والزئبق كمبيدات . بالإضافة إلى ذلك فإن الكلور والكبريت يكونان عددا من أملاح الزرنيخ والرصاص والزئبق والسلينيوم الشديدة السمية

والتى سبق أن إستعملت كمبيدات لمكافحة الآفات . كل هذه المركبات غير العضوية شديدة السمية للإنسان ولذوات الدم الحار عموماً، كما ان بعض الحشرات التى كوفحت بها قد إكتسبت صفة المقاومة ضد تأثير بعض هذه المبيدات غير العضوية .

وإستعملت مشتقات الزيوت البترولية كذلك، وما تزال تستخدم، على أسطح المسطحات المائية للقضاء على يرقات وعذارى البعوض، وهذه المشتقات تعمل على إختراق قصباتها التنفسية مسببة إختناقها وبالتالى قتلها، هذا بالإضافة إلى ما تحتويه هذه الزيوت من مكونات سامه لهذه اليرقات والعذارى، كما إستعمل البوراكس أيضاً فى مكافحة الصراصير .

وبإكتشاف وإستعمال المبيدات العضوية المصنعة معملياً، بداية من إكتشاف الـ ددت لمكافحة الحشرات والـ 2,4-D لمكافحة الحشائش، فإن عهداً جديداً للمبيدات العضوية قد بدأ، وتوالت الإكتشافات بعد ذلك لدرجة أن ما يستعمل حالياً من المبيدات العضوية المصنعة معملياً، يغطى مجاميع كيماويه كثيرة جداً، وتؤدى فعلها بتأثيرات حيوية متنوعة جداً كما سبق ذكره، وللمبيدات عموماً تأثيرات جيدة مطلوبة لمكافحة الآفات، وأخرى ضارة ومؤذية على الكائنات الأخرى، ويعتمد ذلك على نوع وكمية المبيدات المستخدمة، وأيضاً على طريقة الإستخدام، وما يستخدم من المبيدات فى الإنتاج الزراعى أكثر من نصف الإنتاج العالمى منها .

## أقسام المبيدات

هناك طرق شتى لتقسيم المبيدات سبق أن نوهنا عنها تحت عنوان المبيدات وأنواعها، إلا أنه من وجهه النظر البيئية، يمكن أن نعتمد تقسيم المبيدات بحسب طول فترة بقائها فى البيئة، وطبعاً هذا لا يقلل من أهمية التقسيمات الأخرى، ومن المعروف أن المبيدات جواهر سامة، وفترة بقائها فى البيئة هى فى الحقيقة الفترة التى يستمر خلالها تأثير هذه المبيدات على المكونات الحية للبيئة، وهذا هو السبب فى إختيارنا لهذه الطريقة لتقسيمها، وبناء على هذه الطريقة تقسم المبيدات إلى الأقسام التالية :-

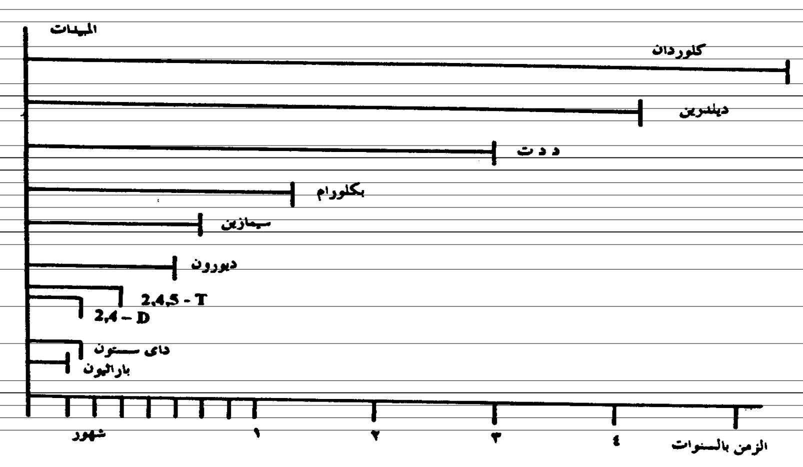
١- مبيدات غير باقية Non-persistent : وهى المبيدات التى يستمر تواجدها أو يستمر تأثيرها من عدة أيام حتى حوالى أربعة أسابيع .

٢- مبيدات متوسطة البقاء Moderately persistent : وهى التى يستمر تواجدها فى البيئة من شهر واحد وحتى ١٨ شهراً .

٣- مبيدات طويلة البقاء Long persistent : وهى التى يستمر تواجدها فى البيئة من عدة شهور وحتى عشرون عاما، وتشتمل هذه المجموعة على معظم مبيدات الهيدروكربونات المكلورة مثل ددت والدرين ودايلدرين وهبتاكلور وغيرها .

٤- مبيدات دائمة Permanent : وهى التى تستمر فى البيئة إلى ما شاء الله ، مثل عناصر الزئبق والرصاص والزرنيخ وغيرها .

وهناك مجموعة من المركبات الكيماوية تسلك نفس سلوك المبيدات طويلة البقاء فى البيئة، ولها نفس الآثار السيئة عليها، وتتمثل فى مجموعة مركبات ثنائيات الفينايل عديدات الكلور التى تعرف إختصاراً بإسم PCB's (Poly Chlorinated Biphenyls) وتستخدم فى صناعات عديدة مثل أحبار الطباعة والورق والأسفلت ومحطات توزيع الطاقة الكهربائية وغيرها، ولهذا يتطلب إستعمال هذه المجموعة من المركبات تنفيذ إحتياطات مماثلة تماما لتلك التى يتطلبها إستعمال المبيدات، لتحاشى تلوث البيئة بها .




شكل ( ٥ ) : بقاء المبيدات فى التربة الزراعية

وحتى المبيدات سريعة التحطم (غير الباقية) فأن لها اهمية كبيرة جدا من وجهه النظر البيئية، بسبب سميتها العالية للثدييات، وبسبب كونها قليلة التخصص أو غير متخصصة فى تأثيرها على الأفات فقط بل يتعدى هذا التأثير إلى الأنسان نفسه وإلى الحيوانات الأخرى، ومبيدات الفسفور عضوى OP's مثال جيد لهذه المجموعة من المبيدات.

ويتحرك أى مبيد (أو أى مادة كيماوية) فى النظم البيئية ecosystems بطرق متعددة، فالمبيد قد يقتحم النظام البيئى بالرش المباشر أو بالتطبيق السطحى او اى وسيلة أخرى من وسائل تطبيقه، وقد يستمر تواجد المبيد فى الهواء لفترة تطول أو تقصر حسب عوامل كثيرة، كما قد يسقط مع المطر على سطح الأرض، ويستمر تركيزه على هذا السطح لفترة، أو قد يغسل خلال طبقات التربة مع المياة التى تتخللها حتى يصل إلى المياة الجوفية إذا أستمر على حاله بدون أن يتحطم، وقد ترتبط بعض جزيئات المبيد بشده بحبيبات التربة، مما يجعلها تستبقى على سطح التربة محدثه تلوثا للمياه السطحية كلما مرت بها عند سقوط الأمطار أو عند الرى، كما يمكن لبعض الكائنات الدقيقة أن تهضم أو تدمر جزيئات المبيدات، أو قد تختزنها كائنات اخرى اكبر حجما داخل اجسامها، مما يجعلها تنتقل بين الكائنات الحية من خلال السلاسل الغذائية التى تشارك فيها، وعلى سبيل المثال معروف أنه يمكن لبعض الأصداف البحرية بأن تختزن مبيد الـ .د.د.ت فى أنسجتها بمعدلات تزيد عن ٧٠ الف ضعف تركيزه فى الوسط المائى الذى تعيش فيه هذه الكائنات، كما تقوم بعض الأسماك خاصة الدهنية منها بتركيز بعض المبيدات داخل أجسامها، ونظراً لكونها حلقة فى السلاسل الغذائية للأنسان فأنه يمكن أن تصل هذه المبيدات إلى داخل جسم الأنسان نفسه، مما قد يجعلها تتخزن فيه محدثة به ا ضراراً جسيمة ولهذا يشترط أن يتصف المبيد الذى يسمح بإستخدامه بسرعة تحطمه إلى نواتج غير سامة بالأضافه إلى مواصفات اخرى .

## بطاقة المبيدات Labels

يتواجد على كل عبوة من عبوات المبيدات بطاقة، تحتوى على كل البيانات الخاصة بإسم وتركيب ونوعيه المبيد الموجود بداخلها، بالأضافة إلى جميع البيانات الخاصة بتطبيقاته، وأهداف هذا التطبيق وطرق تنفيذه والجرعات اللازمة منه

وتوقيته، وأيضاً الأحتياطات الواجب إتخاذها قبل وأثناء وبعد التطبيق وغير ذلك من المعلومات التى توفر معرفة كافية بحدود الدقة فى الألتزام بتعليمات السلامة المدونة على بطاقه المبيد ( شكل ٦ ) .

تعتبر المعلومات المدونة على بطاقة اى مبيد اغلى المعلومات تكلفة فى الحصول عليها، لأنه يستلزم الحصول على كل رقم وكل سطر فى بطاقة اى مبيد تنفيذ العديد من التجارب والأختبارات التى تستنفذ اموالاً طائلة وجهداً كبيراً ولفترات طويلة نسبياً، لذلك تعتبر كل معلومة مدونة فى بطاقة المبيد على درجة عالية جداً من الأهمية، ويلزم إتباعها، لحسن إستخدام المبيد والحصول منه على احسن النتائج، وتحاشى الضرر الذى قد يترتب عن سوء إستخدامه ( شكل ٧ ).




شكل ( ٦ ): بطاقة المبيد على العبوة

سيفين ٨٥٪

مبيد حشري مسحوق قابل للبلل

SEVIN 85% S

BROAD SPECTRUM INSECTICIDE

الإسم الكيماوي للمادة الفعالة: 1 - Naphthyl N - Methyl Carbamate.

الخواص والاستعمال:

سيفين ٨٥٪ مبيد حشري عام فعال لمكافحة الحشرات في محاصيل الخضار - المحاصيل الحقلية والأشجار المثمرة.

مكافحة آفات الخضروات والمحاصيل الحقلية:

يستعمل السيفين ٨٥٪ بنسبة ١٥٠ - ٢٠٠ غرام لكل ١٠٠ ليتر ماء أو بنسبة ٩٠ - ٦٢٠ غرام للدونم للقضاء على الحشرات التالية:

- دودة اللوز الشوكية.
- دودة أوراق القطن.
- حفار درنات البطاطس.
- بالإضافة إلى معظم الديدان القارضة والحشرات الضارة الأخرى.
- حفار ساق الباذنجان.
- دودة ثمار الطماطم والباذنجان.
- التربس والجاسيد.

مكافحة آفات أشجار الفاكهة والغابات:

يستعمل السيفين ٨٥٪ بنسبة ١٥٠ - ٢٠٠ غرام لكل ١٠٠ ليتر ماء أو بنسبة ٢٢٥ غرام إلى ٣٠٠ غرام لكل دونم للقضاء على الحشرات التالية:

- الحشرات القشرية والنسيجية.
- ديدان أوراق المشمش والتفاح والعنب والتين.
- دودة وسوسة الثمار.
- دودة ثمار التفاح.
- ونطاط العنب والتربس.
- البق الدقيقي الشمعي والمن الشمعي.
- حشرات سيقان الأشجار الخشبية والشجيرات.
- دودة البرعم.
- خنافس الفواكه المختلفة.

الحشرات المنزلية:

يستعمل سيفين ٨٥٪ للقضاء على معظم أنواع الحشرات حول المساكن والمستودعات والحظائر وذلك بمعدل ١٠٠ - ١٥٠ غرام لكل ١٠٠ ليتر ماء للقضاء على الصراصير والبق، البراغيث والحشرات الصغيرة وغيرها.

نباتات الزينة:

يستعمل سيفين ٨٥٪ لمكافحة معظم حشرات نباتات الزينة وخاصة الحشرات القشرية والبق الدقيقي والمن الشمعي ودودة الورق بمعدل ١٠٠ - ١٥٠ غرام لكل ١٠٠ ليتر ماء.

القابلية للخلط:

سيفين ٨٥٪ قابل للمزج مع معظم المبيدات الزراعية عدا المبيدات ذات التركيب القلوي حيث أنها تتفاعل مع المادة الفعالة.

احتياطات وملاحظات:

- يجب عدم الرش أثناء هبوب الرياح وأثناء الحر.
- يجب عدم الأكل والشرب أو التدخين أثناء عملية الرش.
- يجب عدم تقديم العلف المزروع المعامل بالمبيدات قبل مضي ٤ أيام من آخر رشة.

شركة الأسمدة المتحدة السعودية

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تلفون | ٤٧٨١٣٠٤ | فاكس: ٤٧٨٩٥٨١ | | Fax. 4789581 | 4781304 | Tel. |
| | ٤٧٨١٢٨٧ | تلكس: ٤٠١٨٦٥ أسمدة إس جي | | Tlx. 401865 ASMIDA S.J. | 4781287 | |
| | ٤٧٦٥٣٤١ | ص.ب ٤٨١١ - الرياض ١١٤١٢ | | P.O. Box 4811 - Riyadh 11412 | 4765341 | |

RHÔNE-POULENC

شكل (٧) : نموذج لجانب من بطاقة أحد المبيدات

ويلزم قراءة بطاقة المبيد فى حالات كثيرة، حتى لانغفل لحظة عن تعليمات الأستعمال والسلامة المدونة عليها، فيلزم قراءتها قبل شراء المبيد، وقبل تجهيزه للأستعمال، وقبل إستعماله، وقبل تخزينه وقبل التخلص من بقاياه، ومن عبواته الفارغة، لأن قراءة البطاقة فى كل حالة من هذه الحالات ترشدنا إلى التصرف الأمثل مع المبيد الذى نختار، وذلك لأن بطاقة المبيد تحتوى على البيانات والأرشادات التى تم الحصول عليها أو وضعها تبعاً لقوانين ونظم تهدف فى المقام الأول إلى سلامة الإستعمال، والإستفاده من المبيد، مع تحاشى الضرر الذى قد ينشأ عن سوء هذا الإستعمال .

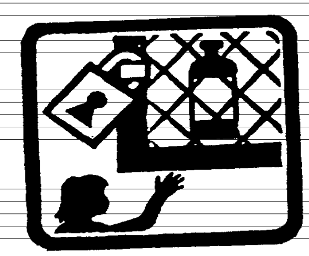
تحتوى بطاقة المبيد على الإسم التجارى للمبيد الذى يشتهر به، والأسم الشائع Common name الذى يعتبر إسماً رسمياً للمادة الفعالة فيه، يتم تسجيله له من قبل الهيئات المتخصصة ليدل على هذه المادة، وتحتوى البطاقة كذلك على شكل المستحضر، والإسم الكيماوى للمبيد، ونوعية المادة الفعالة فيه، وكميتها فى العبوة، وأيضاً على كمية وإسم المكونات الأخرى المصاحبة لهذه المادة الفعالة، وتحتوى كذلك على إسم وعنوان المنتج الذى أعد المبيد، كما يتضمن كذلك رقم ونوع الترخيص الذى أعطى لاستعمالات المبيد، ونوع هذا الأستعمال إذا كان للأستعمال العام، ام للأستعمال المقيد الذى يجب أن يتم باشراف وتنفيذ الرسميين فقط، وتشتمل البطاقة كذلك على علامات إرشادية وتحذيرية خاصة بطريقة التعامل مع المبيد عند خلطه أو تحضير محاليل للرش منه، وعند تخزينه، وعند تطبيقه، وعند الأنتهاء من التطبيق، ومدى خطورته على البيئة، وتهدف كل هذه العلامات الأرشادية فى المقام الأول الى حسن إستخدام المبيد مع تجنب آثاره الضارة على الأنسان وعلى البيئة. وقد صممت هذه العلامات الأرشادية بطريقة سهلة ومريحة، يسهل معها معرفة ما تدل عليه لمن يقرأ ولمن لا يحسن القراءة، و تحتوى الصفحات التالية على نماذج من العلامات الأرشادية والتحذيرية التى توجد عادة على بطاقة المبيد، وتدل أيضاً على طريقة وضع هذه العلامات على البطاقة. ( شكل ٨ )

**شكل ( ٨ ): العلامات الأرشادية والتحذيرية على بطاقه المبيد**

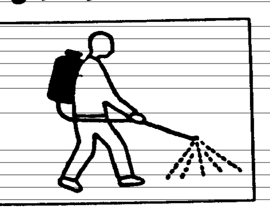
١ – علامات للتخزين

يخزن بعيدا عن متناول الأطفال،

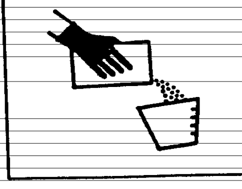
في مخازن مغلقة



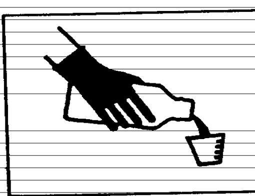
٢ – علامات للاستعمال



يتم التطبيق بالرش

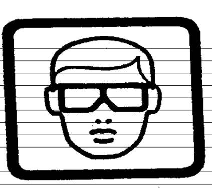


مسحوق جاف ومركز



مستحضر سائلي مركز

٣ – علامات للوقاية من المخاطر

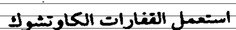


استعمل نظارة لحماية العينين



استعمل أحذية كاوتشوك

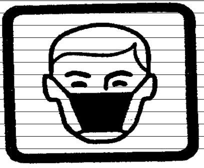




استعمل القفازات الكاوتشوك



الاغتسال الجيد بعد الانتهاء من العمل



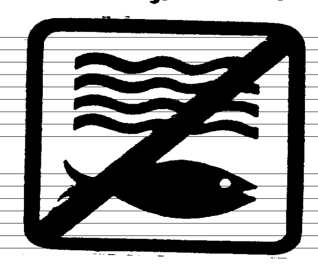
استعمل غطاء واقيا للأنف والفم



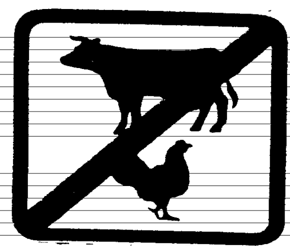
استعمل كمامة واقية

تابع شكل ( ٨ ): العلامات الأرشادية والتحذيرية على بطاقه المبيد

### ٤ – علامات للتحذير عند الاستعمال ومن المستحضر

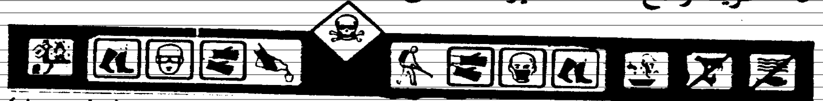


مستحضر خطير/سام للأسماك والأحياء
البحرية لا يجوز تلويث المياه به



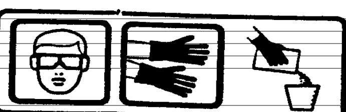
مستحضر خطير/سام
وضار بالحيوانات والدواجن

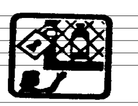
### ٥ – طريقة وضع العلامات الإرشادية على بطاقة المبيد



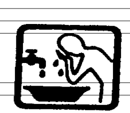
غالبا توضع هذه العلامات داخل إطار باللون الأحمر في حالة المبيدات السامة وعالية السمية (خطر – سام) وباللون الأصفر للمبيدات الضارة (احذر)، وباللون الأزرق للمبيدات قليلة الضرر (انتبه)، وباللون الأخضر لما عدا ذلك، لتظهر كما في الشكل.

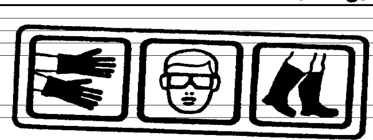


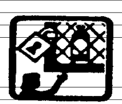




علامات لمبيد قليل الخطورة، تتركز علامات التحذير عند تخفيف مركز المبيد وعند التخزين.





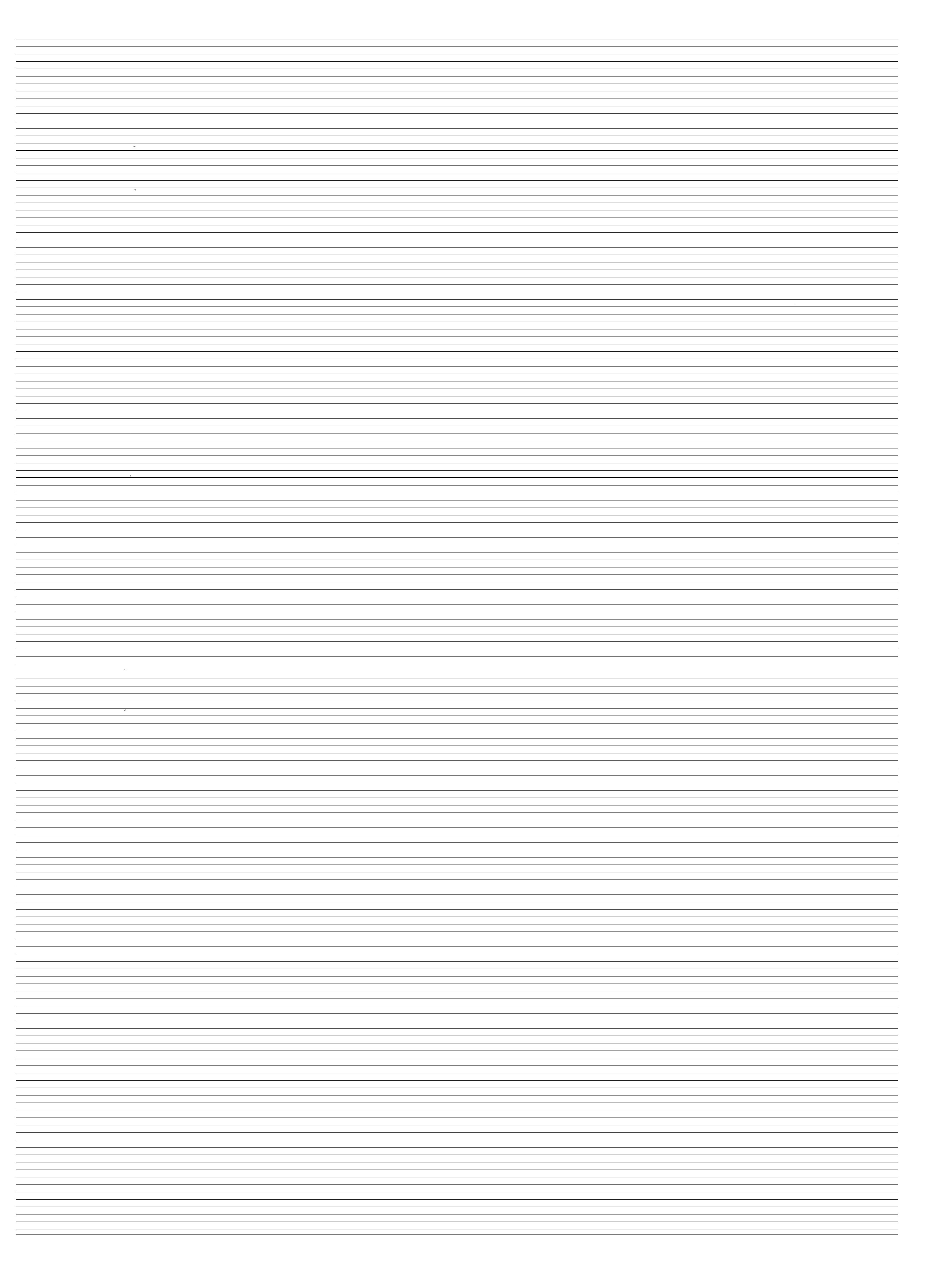


علامات لمبيد مجهز للاستعمال الفوري دون تخفيف، ومع ذلك يلزم التقيد بالإرشادات المبينة.

وقد قسمت المبيدات إلى ثلاثة مستويات من حيث درجة سميتها، فتحتل المبيدات عالية السمية والسامة المستوى الأول، أما المبيدات متوسطة السمية فتحتل المستوى الثانى، بينما تحتل المبيدات ضئيلة السمية أو غير السامة المستوى الثالث، ويبدو ذلك فى الجدول رقم (١)، وبناء على هذا التقسيم للسمية يوضع على بطاقات المبيد علامات تحذيرية، لتدل على المستوى من السمية الذى يتصف به هذا المبيد، تشمل هذه العلامات التحذيرية كلمة خطير / سم DANGER/POISON مصحوبة برسم عبارة عن جمجمة وعظمتين متقاطعتين باللون الأحمر على بطاقات المبيدات عالية السمية والسامة، أما كلمة ( تحذير WARNING ) فتوضع على بطاقات المبيدات متوسطة السمية، أما كلمة إنتبه Caution فتوضع على بطاقات المبيدات قليلة السمية أو عديمتها .

جدول (١) : السمية الحادة للمبيدات وكلمات التحذير المناسبة

| ستويات السمية الحادة | علامة التحذير على البطاقة | LD50 بالفم مجم / كجم | LD50 على الجلد مجم/كجم | LD50 بالاستنشاق ميكروجرام/كجم | الجرعة القاتلة (إحتمالا ) |
|---|---|---|---|---|---|
| المستوى الاول: للمبيدات عالية السمية والسامة | خطير / سام و رسم جمجمة و عظمتين متقاطعتين | صفر - ٥٠ | صفر - ٢٠٠ | صفر - ٢٠٠٠ | من نقط قليلة الى ما يكافئ ملعقة شاى صغيرة |
| المستوى الثانى: للمبيدات متوسطة السمية | إحذر Warning | ٥٠ - ٥٠٠ | ٢٠٠ - ٢٠٠٠ | ٢٠٠٠-٢٠٠٠٠ | من ملئ ملعقة شاى صغيرة الى ما يكافئ أوقية كاملة |
| المستوى الثالث: للمبيدات ضئيلة السمية أو غير سامة تقريبا | إنتبه Caution | اكبر من ٥٠٠ | اكبر من ٢٠٠٠ | - | اكبر من أوقية كاملة من المستحضر |



# الفصل السابع

# تلوث البيئة الزراعية



## مقدمة

عندما بدأ الإنسان مشوار الإنتاج الزراعى المكثف، أدخل تحسينات كثيرة فى عناصر هذا الإنتاج بما يمكن أن يطلق عليه ثورة فى الإنتاج الزراعى. فقد أحسن اداره أدوات الإنتاج الزراعى من تربة زراعية إلى مياه الرى إلى نوعية التقاوى إلى المخصبات الزراعية إلى التركيب المحصولى، وصاحب ذلك كله الاستخدام المكثف للميكنة الزراعية والكيماويات اللازمة لتكثيف الإنتاج الزراعى، ومكنه كل ذلك من الأنتاج المحصولى الوفير، وكان من أهم النتائج لهذا الإنتاج المحصولى الوفير هو تبسيط البيئة الزراعية، وكسر التوازن الحيوى بين الكائنات الحية، الأمر الذى أظهر الآفات كخطر داهم يهدد الإنتاج الزراعى، ويهدد كذلك الصحة العامة للأنسان، مما جعل من استخدام المبيدات فى دره هذا الخطر أمرا لا مفر منه.

ولقد أدت البدايات المبكرة لأستخدام المبيدات المصنعة معملياً فى مكافحة الآفات مع ما صاحب ذلك من نجاح مذهل وكفاءة عالية لهذا الأستخدام، إلى وضع الثقة الزائدة فى كفاءة المبيدات، دون توجيه اهتمام كاف أو دراية كافية للآثار السلبية لاستعمالها فى مكافحة الآفات، خاصة وان المبيدات ما هى إلا جزيئات سامه، مصممة ومجهزة لإلحاق الأذى بالآفات، التى كائنات حية شأنها فى ذلك شأن الأنسان، لهذا فإن إستخدامها بإفراط وقله وعى يسمم البيئة ويلوثها، وتزداد ضراوة هذا التلوث من إستخدام المبيدات التى تتميز جزيئاتها بالثبات العالى

والبقاء الطويل فى البيئة، مما يجعلها لا تتعرض للدمار داخل النظم البيئية، بل يجعلها تتراكم وتتراكم حيوياً داخل هذه النظم من خلال السلاسل الغذائية، وهذا قد وضعها (أى المبيدات) فى عداد واحدة من أهم الملوثات البيئية، ولهذا قصة نوردها فيما يلى من هذا الفصل.

## الكائنات الحيه فى البيئات الزراعية

من المعروف أنه فى البيئات الطبيعية يتمتع تعداد الكائنات الحية الحيوانية منها والنباتية بقدر معقول من الثبات، ويندر فيها حدوث إنفجار عددى out break لأى نوع من هذه الكائنات، وبالأضافة إلى ذلك فإن معظم الأنواع الحيوانية والنباتية تتواجد فى هذه البيئات بأعداد قليلة نسبياً، ومن المعروف كذلك أن الكائنات الحيوانية التى تعيش فى هذه البيئات تنقسم إلى أقسام، فهى إما آكلات أعشاب أو متطفلة أو مفترسة والقليل منها مترمم، ويعرف علماء البيئة هذه الظاهرة بأنها توازن نوعى (توازن بين الأنواع) فى التراكيب البيئية.

تحدث هذه التوازنات خلال أزمنة طويلة نسبياً، حيث يتحكم الكثير من العوامل الحية biotic وغير الحية a biotic فى تعداد كل نوع من أنواع الكائنات الحية التى تتواجد فى هذه البيئات، ومن هذه العوامل التنافس الذى يحدث بين الأنواع أو داخل نفس النوع، وعدم التجانس البيئى، والأعداء الحيوية، وظروف الطقس، ولن نخوض كثيراً هنا فى شرح الطبيعة المعقدة للآليات (الميكانيكيات) العديدة التى تحكم هذه التوازنات، حيث قد تناولتها بالتفصيل العديد من الدوريات العلمية المنشورة، ولكونها كذلك أقل أهمية فى سياق حديثنا هنا، لكن من المهم أن نذكر أنه حتى لو حدث تذبذب فى تعداد الأنواع المختلفة من هذه الكائنات تحت هذه الظروف، فمن النادر أن تصل هذه التعدادات إلى الحد الذى يضعها فى عداد الآفات المدمرة، إلا إذا أراد الله سبحانه وتعالى أن يسلط بعضها على من يعيشون داخل هذه البيئة، ولذا يندر أن تتواجد إصابة وبائية بالآفات فى هذه البيئات الطبيعية بالصورة التى نعرفها بها حالياً فى المحاصيل الزراعية، وذلك لأنه عندما يحدث خللاً مفاجئاً وكبيراً فى أحد عناصر البيئة، مثل حدوث تغييرات مناخية أو دخول أنواع جديدة من الكائنات الحية إليها فإن التوازن المستقر Steady equilibrium الذى كان سائداً قبل ذلك يطرأ عليه تغيير ما، وغالباً ما يصاحب ذلك

وغالباً ما يصاحب ذلك تذبذب فى تعداد العديد من الكائنات الحية المصاحبة حتى يصل التوازن بينها إلى حالة جديدة من الأستقرار، أى إلى توازن مستقر مغاير.

وقد أحدثت التطورات التى مرت بها الزراعة خلال حقبة العشرة آلاف سنة الأخيرة تأثيراً شديداً على الأنسان وعلى بيئته، وترتب عنها وفرة فى إنتاج الغذاء وألياف الكساء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، مما ساعد على حدوث إنفجار عددى فى السكان (إنفجار سكانى)، وترتب على ذلك تدمير مساحات شاسعة من أشجار الغابات ونباتات البرارى وغيرها من البيئات البرية فى معظم قارات العالم، بهدف استزراع هذه المساحات فى انتاج المحاصيل الغذائية، وقد أدى ذلك إلى الأخلال بالتوازن البيئى المستقر بين أنواع الكائنات الحية على إتساع الكره الأرضية كما سبق أن ذكرنا.

وبالأضافة إلى ذلك فإن التطوير الذى تم إدخاله على الزراعة فى العصر الحديث، قد أفرز مشاكل الآفات بالصورة الحادة التى وصلت إليها فى الوقت الراهن ، فخلال التطور التدريجى فى الزراعة، ظل تعداد الآفات يتمتع بثبات نسبى، ولم يتم رصد سوى مرات محدودة العدد نسبياً لحدوث إنفجار عددى out break للآفات، بعض منها معروف تاريخياً والبعض الآخر غير معلوم لنا ، فمن أقدم العصور عرفت غزوات الجراد التى ظهرت كأوبئة طاحنة تكرر حدوثها عبر التاريخ، وعرف كذلك مرض اللفحة لأوراق البطاطس الذى دمر المحصول فى إيرلندا خلال عام ١٨٤٠م وما يليه، مما تسبب فى موت أكثر من مليون شخص فيها بسبب الجوع، كما سجلت كذلك الكارثة التى حدثت فى محصول الذرة (عام ١٩٧٠م) فى الولايات المتحدة الأمريكية، والتى تسببت عن إنتشار مرض لفحة أوراق الذرة Corn leaf blight، وقد قدرت الخسارة الناتجة عنها بألف مليون دولار تقريباً، كل ذلك وغيره الكثير من حالات حدوث إنفجارات عدديه للآفات، ومع كل ذلك فقد تحملت الزراعة عبء إنتاج الغذاء وألياف الكساء لسكان العالم المتنامى فى الزيادة السنوية.

من المعروف أنه فى العصور البدائية الأولية للزراعة كان التطور بطئ نسبياً، وخلالها تعايش الأنسان مع هذه البيئات الزراعية التى تتصف بالثبات النسبى، ومن الطبيعى فإن الأنسان لم يخطط لإيجاد هذا الثبات ولكنه مارسة بالصدفة، بسبب أنه من الواضح أن الأنسان

قام بحصاد النباتات التى تحملت النمو فى هذه البيئات وقاومت اضرار الآفات، وبدون تخطيط منه، إختار حصاد النباتات ذات المقاومة النسبيه للآفات، وبالإضافة إلى ذلك فإن الأنسان فى هذه البيئات الزراعية البدائية قد عاش فى تجمعات منعزلة عن بعضها البعض، وبأقل قدر من نقل أو تبادل المحاصيل أو آفاتها من منطقة إلى أخرى، ولهذا تواجدت إختلافات وراثية (جينية) كثيرة على إتساع المناطق الجغرافية لأى محصول منزرع، كما كان مجال نشاط الأنسان محدوداً فى نطاق ضيق ويشتمل على الزراعة والرعى وقطع الأخشاب وبعض الصناعات الحرفيه البسيطة، ولذلك كان الخلل البيئى الذى أحدثه الأنسان بأنشطته المختلفة، ضئيل جداً، لذا يقال دائماً أنه فى الزراعة البدائية يتم الحفاظ على درجة من ثبات النوع Species Stability إلى حد ما.

## إنتهاكات التوازنات البيئية

إلا أنه قد تم إنتهاك هذه الدرجة من الثبات النسبى، كنتيجة للتطور الزراعى، والتوسع فى زراعة مساحات شاسعة من الأرض، والتى شرع الأنسان فى تنفيذها على نطاق واسع، إبتداءً من القرن الخامس عشر، ووصلت إلى أقصى درجاتها خلال القرن العشرين، هذا بالأضافة إلى أنه بسبب الأكتشافات الجديدة والتوسع فى الأستيطان والتطوير فى الأرض الجديدة المكتشفة فى شتى بقاع الأرض مثل امريكا وافريقيا وإستراليا وغيرها من الجزر الكبيرة فى العالم، فإنه قد تم نقل الكثير من النباتات والحيوانات لمسافات شاسعة لم يسبق للأنسان تجاوزها من قبل، فقد تم إحضار محاصيل جديدة مثل الذرة والبطاطس من أمريكا إلى بقية أنحاء العالم، وتم نقل محاصيل الحبوب والبقوليات وبعض أشجار الفاكهة من أوروبا وآسيا إلى غيرها من القارات، وبهذا فقد تم نشر المئات من الأنواع النباتية والحيوانية على أتساع الرقعة المعمورة من العالم.

ومن المعروف انه عندما يتم نقل نوع محدد إلى منطقة جديدة لم يسبق تواجده فيها، فغالباً ما يصاحبه الكثير من آفاته، وفى غالبية الحالات تنتقل معه هذه الآفات دون أن يصاحبها عناصر المكافحة الحيوية لها من المفترسات أو المتطفلات، والتى غالباً ما تكون متواجدة معها فى بيئاتها الأصلية محافظة على توازن نسبى بين تعداد هذه الكائنات الحية

دون حدوث إنفجار عددى فيها إلا ما ندر، وفى مثل هذه الأحوال غالباً ما تتحول الآفات المنقولة إلى الموطن الجديد إلى آفات أشد خطورة على عائلها الأصلى فى موطنه الجديد، وأكثر خطورة بمراحل عما كانت عليه فى موطنها الأصلى الذى جلبت منه، وغالباً ما تتوافر لها أنواع نباتية أخرى، مستوطنة أو مجلوبة، تتخذها كعوائل جديدة. ومن الأمثلة المعروفة جيداً عن ذلك، الحشرات القشرية على الموالح، وذبابة الهيسيان Hassian fly على القمح.

ولقد أدت الثورة الزراعية فى القرن العشرين إلى مضاعفة الأضطراب البيئى فى البيئات الزراعية، وتعقيد عوامل الثبات للأنواع المختلفة من الآفات فيه ، فمن خلال تطبيق الأسس العلمية الوراثية وتقنياتها، فقد أمكن إنتخاب وإستزراع أنواع نباتية عالية الإنتاج، وتناسب إستخدام الميكنة الزراعية فى خدمتها وحصادها، وأيضاً فى تجهيزها بعد الحصاد، وذلك فى مساحات شاسعة. والكثير من السلالات النباتية التى وقع عليها الإختيار لأن تكون محاصيل مستزرعة تكون متماثلة جينيا (وراثيا)، بالإضافة إلى أنها غالبا ماتكون عالية الإستجابة لأن تتحول إصابتها بالآفات إلى الصورة الوبائية، ومرض لفحة أوراق الذرة الذى سبقت الإشارة إليه يمثل حالة جيدة مما نعنى قوله هنا. ولهذا يجب أن تخضع بإستمرار السلالات النباتية الجديدة التى يتم إختيارها للأستزراع الى تنفيذ البرامج الوقائية من الأصابة بالآفات، وبالتالى إلى إستخدام المبيدات بصورة مكثفة فى مكافحة هذه الآفات، حتى يمكن المحافظة على إنتاجيتها العالية. يضاف إلى ذلك أن الكثير من العمليات الزراعية الحديثة تساعد هى الأخرى على إنتشار الأصابات النباتية بالآفات الحشرية ومسببات الأمراض النباتية والنيماتودا والحشائش وغيرها من الآفات. والأمثلة على ذلك هو ما يحدث فى العمليات الزراعية التالية :-

١ - الرى : أدى الرى المنتظم إلى زيادة نسبة الأصابة بالكثير من الآفات الحشرية والمرضية إذا ما قورنت بما كان يحدث من إصابات فى حالة الأعتماد على المطر فى الرى، والذى تتذبذب فيه مستويات الرطوبة فى التربة، مع تذبذب معدل وفترات سقوط المطر.

٢ - الأستزراع المتعدد فى الموسم الزراعى الواحد، والذى شجع على الزيادة السريعة فى الآفات كنتيجة لتوفر غطاء نباتى متماثل لفترات طويلة من كل عام.

٣ - إرتفاع الكثافة النباتية للمحصول كنتيجة للكثيف الزراعى؛ مما أدى إلى إحداث تغيرات بيئية محددة أدت بدورها إلى تشجيع الأصابة بالأفات، وضاعفت كذلك من تعداد آفات محددة.

٤ - التسميد؛ والذى أدى بدوره إلى إنتاج نمو خضرى كثيف وغض من نباتات المحاصيل، وهذا النمو العصيرى غالباً ما يكون أكثر عرضة للأصابة بالأفات أو أكثر تشجيعا على حدوث هذه الأصابة، إذا ما قورن ذلك بالنباتات التى تنمو فى مستويات منخفضة من التسميد.

ويعتبر إنتاج الأرز فى جزر الفلبين مثلاً جيداً على مايحدث عندما يتم إحداث تكثيف سريع للإنتاج الزراعى، بدون وضع ضمانات كافية تحد من إنتشار الإصابة بالآفات بصورة وبائية، فقد كانت الطرق التقليدية فى زراعة الأرز فى هذه الجزر تعطى إنتاجاً متواضعاً من الأرز كل عام، ولكنه كان يتميز بدرجة من الثبات النسبى، وذلك لأن الأنواع المستزرعة منه كانت من الأنواع الطويلة، والتى تتحمل النمو تحت ظروف خصوبة منخفضة وتتنافس مع الحشائش بدرجة جيدة، وصحيح أنها لم تكن منيعة ضد الأصابة بالحشرات والأمراض والقوارض، ولكنها كانت تتحمل الأصابة بكل هذه الآفات بدرجة معقولة، وتستمر فى النمو حتى مرحلة الإنتاج، كما كان يزرع الأرز مرة واحدة فى العام، حيث كانت تتم زراعته خلال موسم الأمطار، يعقبه خمسة أو ستة شهور يتم فيها ترك التربة بدون زراعة خلال فصل الجفاف، لهذا فكان تعداد الآفات التى كانت تتحمل الحياة خلال فصل الجفاف محدودة جداً، ولم يكن يحدث ذلك إلا عندما تتواجد أوراق خضراء من نباتات ارز برية أو من اى حشيشة نجيلية أخرى (وذلك فيما عدا الأصابات للنباتات التى تنمو على حواف قنوات المياه)، وبالتالى فإن الآفات التى كانت تتواجد مع بداية الموسم الزراعى التالى والتى تبدأ بها الأصابة مع بداية الموسم يكون محدود العدد جداً بدرجة قد لا تكاد تذكر.

فإذا قارنا هذا الوضع بالوضع الموجود حالياً، والذى يتم فيه الأستزراع المكثف للأرز فى نفس الجزر، حيث يتوفر الرى الكافى لزراعة مستمرة للأرز طول العام، عروة بعد عروة، بالأضافة إلى أن الأنواع المستزرعة من الأرز حالياً قصيرة وجامدة وتحتاج إلى تنفيذ مكافحة جيدة للحشائش لأنها لا تقوى على منافستها وذلك لضمان الحصول على إنتاجية عالية منها، ولم يعمل حساب إنتخاب الأصناف المستخدمة حالياً لصفة المقاومة للآفات.

وأدى هذا الوضع إلى أنه تزايدت بصورة كبيرة مشاكل الآفات، حتى أنه فى أحد الأعوام حدث فقد كبير جداً فى إنتاج الأرز فى الفلبين، بسبب الإنتشار الواسع لنطاطات الأوراق التى تنقل المرض الفيروس تنجرو tungro فى مساحات آلاف الهكتارات فى حوض الأرز بمنطقة لوزون Luzon، وبعد ذلك أصابت المنطقة سلالة من نطاطات الأوراق ناقلة للفيروس المسبب لمرض التقزم فى النجيليات grassy stunt، ولا نهدف من وراء ذكر هذا المثال الدعوة إلى وقف إستمرار برامج التكثيف والتنمية الزراعية فى الفلبين أو فى أى مكان آخر من العالم، أو التشهير بهذه البرامج، ولكن الهدف من ذكر هذا المثال هو توضيح إلى أى مدى من الحرج يمكن أن يصل إليه الوضع الخاص بالأصابة بالآفات عند تنفيذ أسلوب التكثيف الزراعى الحديث، بدون وضع الضوابط الكفيلة بتحاشى حدوث إنفجار عددى فى الآفات، الأمر الذى يضاعف من الحاجة إلى مزيد من التعاون بين مختلف التخصصات ذات العلاقة فى عمليات الإنتاج الزراعى.

## تنامى تعداد الآفات وتفاقم مشاكلها

مما لا شك فيه أن مشكلة الآفات تبدأ فى الظهور عندما تنتشر هذه الآفات وتتزايد أعدادها إلى الحد الذى يصبح التصدى لها ومكافحتها للحد منها ومن أضرارها ضرورة إقتصادية أو ضرورة صحية أو حتى ضرورة إجتماعية. لهذا فمن المهم أن نعرف الكيفية التى يتحول فيها الكائن الحى من كائن حى عادى ضمن آلاف الكائنات الحية الأخرى، إلى آفة خطيرة تهدد الإنتاج الزراعى أو تهدد الصحة العامة، كما نعرف كذلك الكيفية التى تتفاقم بها مشاكل الآفات وتتزايد أعدادها بدرجه خطيرة، ولنأخذ المثل من الآفات الحشرية.

يتحول الكائن الحى البرى إلى آفة بتأثير عدد كبير جداً من العوامل المتباينة، وطبيعى فإن فهم هذه العوامل يساعد على تهيئة الظروف لتنظيم وإدارة هذه المجاميع من الآفات بطريقة تحد منها ومن أضرارها. وأهم هذه العوامل على الأطلاق هو إحداث تغيير فى النظم البيئية الطبيعية، التى تميل جميع الكائنات الحية فيها لأن تتعايش فى توازن ديناميكى ينظم نفسة بنفسة تلقائياً self regulating كما يحافظ تلقائياً أيضا على التنوع البيئى.

ويتميز النظام البيئى الزراعى بزمنه القصير نسبياً خاصة فى المحاصيل الحولية غير المستديمة، ويقال دائماً أن الأنسان عندما يصنع النظم البيئية الزراعية فإنه يزرع فى نفس الوقت آفات هذه النظم، فعندما يستزرع الأنسان مساحات شاسعة بصنف نباتى واحد (مثل محصول القمح مثلاً) بهدف تسهيل عمليات الزراعة والخدمة والحصاد وغيرها ن العمليات المزرعية، فإنه يعتبر فى هذه الحالة أن نمو أى نبات غريب عن محصوله على أنه آفة يلزم نفسه بالتخلص منها، وهذا شأنه فى باقى الكائنات المغايرة، ينتج عن ذلك إخلال شديد فى التوازن الطبيعى بين الكائنات الحية (حيوانية ونباتي) والتى قد تكون قد تأقلمت وإستوطنت تلك البيئة فى حقبة زمنية طويلة نسبياً، مما قد يؤدى إلى تنامى تعداد الآفات وتفاقم مشاكلها.

١ - الإستزراع أحادى المحصول monoculture :

الزراعات أحادية المحصول تفسح المجال وتعطى الفرصة لأنواع محدودة من الكائنات لأن تنمو وتتكاثر وتصبح آفة شديدة الخطر على هذا المحصول، إذ من المعروف أنه فى المناطق البكر التى لم يسبق إستزراعها، يتواجد عدد كبير نسبياً من أصناف الحشرات (مثلاً) وهى فى توازن بيئى طبيعى من حيث التعداد والأنتشار، فإذا ما حدث تغيير فى هذه المناطق البكر إلى الزراعات أحادية المحصول كالقمح مثلاً، يترتب عن ذلك تواجد عدد أقل من أصناف هذه الكائنات ولكنه يتكاثر بدرجة خطيرة ليشكل أسوأ أنواع آفات هذا المحصول، وطبيعى فإن ذلك لا يعنى مطلقاً أن تعدد المحاصيل فى الزراعات المتعددة المحاصيل يترتب عنه عدداً أقل من الآفات

٢ - مواصفات كمية ووصفية للنباتات المستزرع :

عندما يلجأ الأنسان عادة إلى إستزراع منطقة ما، فإنه يستزرعها بالأصناف النباتية التى تتوفر فيها مواصفات كمية ووصفية ممتازة، متجاهلاً القوة الحيوية للنباتات على مناهضة الآفات التى تتطفل عليها، وهذا من شأنه أنه يجعلها لقمة سائغة للآفات التى تتطفل عليها، مما يضاعف من تعداد هذه الآفات.

٣ - العلاقة بين الآفة وأعدائها الحيوية :

غالباً ما يتدخل الأنسان لتدمير هذه العلاقة بإستعماله للمبيدات غير المتخصصة فى مكافحة الآفات مما يترتب عنه تدمير الأعداء الحيوية للآفة، وهذا يعطى الفرصة للآفة للتزايد بدرجة كبيرة فى غياب الأعداء الحيوية، خاصة وأن معظم الأعداء الحيوية للآفات (مثل المفترسات والمتطفلات على الآفات الحشرية) تتكاثر ببطء شديد، مما يعطى الفرصة للآفة الحشرية للتكاثر بسرعة كبيرة لتصل الأصابة بها إلى مرحلة الوباء.

٤ - دخول آفات جديدة :

إن دخول آفة جديدة إلى نظام بيئى زراعى خال منها، يوفر لهذه الآفة الفرصة للتزايد الكبير فى التعداد، حيث تجد غذاءً أكثر وفرة وأكثر ملائمة لها، وفى نفس الوقت غياب أعدائها الحيوية، مما يحولها من كائن عديم أو محدود الأهمية إلى آفة على درجة عالية من الخطورة، وقد تزايدت أهمية هذا العامل كثيراً، خاصة بعد توفر وتعدد وسائل المواصلات السريعة للأنسان والنقل للحيوان وللمنتجات الزراعية المختلفة.

٥ - إعتبارات إقتصادية :

بالأضافة إلى الأعتبارات البيئية المذكورة أعلاه فهناك العامل الأقتصادى الذى له دخل كبير فى تنامى الآفات الزراعية وتعددها، فمن المعروف أن تنمية الأنتاج الزراعى يتطلب تكلفة زائدة لهذا الأنتاج فى صورة آلات زراعية وأسمدة كيماوية ومياة رى... وخلافه، وبسبب الرغبة لدى المنتجين فى تكبير نسبة العائد/التكلفة، مما يدفع المزارعين إلى عدم القبول بأى فقد فى المحصول، نتيجة لوجود الآفات، إلا إذا كانت ضئيلة جداً، وهذا من شأنه ان يؤدى إلى تصغير الحد الأقتصادى للآفة lower economic threshold، بمعنى أن هذا المزارع يشرع فى مكافحة الآفة عندما يشعر أنها قد تحدث قدراً قليلاً من الضرر.

٦ - تغير أهمية بعض الآفات الزراعية :

تتميز الزراعة العالمية بتعدد محاصيلها تبعاً لتعدد البيئات المناخية فى العالم، ولتعدد مصادر المياة والتربة والمستوى الثقافى للسكان والمستوى التقنى للأنتاج الزراعى وغيرها من العوامل. ولهذا نجد أن الآفات التى تتطفل على محصول محدد، تتغير فى أصنافها

وانواعها من منطقة إلى أخرى على نفس المحصول، وبالطبع فإن ذلك لا يمنع أن يتعرض محصول ما لصنف واحد من الآفات على مستوى العالم، كما أن الأستعمال المفرط وغير الواعى للمبيدات قد جعل من آفات ثانوية قليلة الأهمية لأن تصبح آفات ذات أهمية عظيمة وشديدة الخطورة على المحصول.

## ترشيد استخدام المبيدات

ادخلت عدة تطويرات متلاحقة فى مفهوم عملية مكافحة الآفات وذلك لترشيد استخدام المبيدات فى مكافحة الآفات. وتهدف هذه التطويرات إلى التقليل فى استخدام المبيدات إلى اقصى حد ممكن، مع المحافظة على كفاءة معقولة فى مكافحة الآفات. بدأت هذه التطويرات باستخدام المكافحة المتكاملة للآفات وتلاها إدارة الآفات وأخيراً الإدارة المتكاملة للآفات.

ويحسن هنا ان نورد بعض التعاريف الهامة فى مجال الإدارة المتكاملة للآفات، وجذورها البيئية قبل الشروع فى طرح موضوع المبيدات الكيماوية ودورها فى نظم الإدارة المتكاملة للآفات، التى تعنى بالمحافظة على البيئة من التلوث فى المقام الأول، ومن هذه التعاريف ما يلى :-

١- تعريف الآفة :

من الصعب وضع تعريف واحد لكل الآفات، كما سبق ان ذكرنا فى الفصل السادس من هذا الكتاب، وذلك لأن الآفات تشتمل على أصناف متباينة من الكائنات الحية، والتى منها بعض الفقاريات مثل الطيور والقوارض والأسماك، ومنها أيضاً الكثير من أصناف الحشرات والقراد والحلم وكذلك النيماتودا، وتشتمل كذلك على الحشائش الضارة والفطريات والبكتيريا والفيروسات وغيرها من الكائنات الدقيقة، ولهذا السبب يتعدد تعريف الآفة مثل :-

* الآفة هى الكائن الحى المتلف والمسبب للمضايقات والذى يشعر الأنسان أنه تلزم مكافحته إما لأسباب إقتصادية أو صحية أو إجتماعية.
* الآفة هى أى صنف نباتى أو حيوانى أو كائن دقيق، يتواجد فى موقع ما بتعداد غير مقبول.
* الآفه هى أى كائن حى يسبب أضراراً أو مضايقات للأنسان بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، ويشعر الأنسان أنه فى حاجة إلى إزاحته بعيداً عن الموقع الذى يتواجد فيه.

* الآفة هى أى كائن حى يسبب إتلافاً إقتصادياً للنباتات أو للحيوانات المستأنسه أو يؤثر تأثيراً ضاراً على صحة الأنسان.

ومن وجهه النظر الزراعية فإن تعريف الآفة يرتكز اساسا على مفهوم إقتصادى، وهذا يعنى ما إذا كانت الآفة تسبب ضرراً إقتصادياً ملموساً يستلزم التدخل لوقفه او تقليله بإتباع طرق المكافحة لهذه الآفة، وقد وضعت بعض الدول تعريفاً قانونيا للآفة، ففى الولايات المتحدة الأمريكية مثلاً تعرف الآفة فى القانون الفيدرالى للمبيدات الحشرية والفطرية ومبيدات القوارض (FIFRA) على أنها ( أى حشرة أو قارض او نيماتودا او فطر او حشيشة او اى شكل آخر من أشكال الحياة الأرضية أو المائية النباتية أو الحيوانية أو الفيروسات أو البكتيريا أو غيرها من الكائنات الدقيقة (فيما عدا الفيروسات أو البكتيريا أو غيرها من الكائنات الدقيقة التى تعيش على أو فى داخل الجسم الحى للأنسان أو للحيوان) والذى يصنفه المختصون بأنه آفة). وبسبب أنه من الناحية الزراعية، فإن تعريف الآفه يرتكز على مفهوم إقتصادى، فإنه يلزم تحديد ( مقدار ) أو ( كمية ) الضرر الذى يحدثه الكائن الحى حتى نضعه فى عداد الآفات بنص التعريف المذكور.

٢- مقاييس الضرر أو الإتلاف التى تسببها الآفات :

حتى نستطيع أن نضع إستراتيجية فعالة لإدارة الآفات، يلزم معرف مقدار الخفض فى إنتاجية المحصول المصاب، والذى تحدثه الآفة، حتى نتبين إن كان مقدار هذا الخفض يستوجب الشروع فى تنفيذ برامج المكافحة أم لا، وفى كثير من الحالات يتم ربط ( مقدار ) أو ( كمية) هذا الخفض فى المحصول بكثافة الإصابة معبراً عنها أحياناً بتعداد الآفات أو مدى إنتشارها، ولهذا نجد أن مقاييس الضرر أو الإتلاف الذى تسببه الآفة يمكن أن يكون معبراً عنه بمقدار الخفض فى كمية ونوعية إنتاجية المحصول، كما يمكن ان يكون معبراً عنه بكثافة الإصابة أو بتعداد الآفة وذلك بعد إيجاد علاقة واضحة بين مقدار الخفض فى الإنتاجية وبين كثافة الإصابة بالآفة، ومن هذه المقاييس :-

**أ - الحد الإقتصادى (ET) Economic Threshold**

يعرف بأنه ( المستوى من الضرر الذى تحدثه الآفة، والذى يستدعى الشروع فى تنفيذ برامج المكافحة )، ويعرف كذلك بأنه كثافة الإصابة بالآفة التى يجب عندها الشروع فى إستخدام وسائل المكافحة، لمنع زيادة كثافة الإصابة بالآفة من الوصول إلى مستوى الضرر الإقتصادى (EIL)، والحد الإقتصادى مستوى ديناميكى يتأثر ويتغير بمستوى الإصابة وقيمة المنتج وتكاليف المكافحة وتوقيت التقويم وغيرها من العوامل.

**ب - مستوى الضرر الإقتصادى (EIL) Economic Injury Level :**

له عدة تعاريف منها

* (أقل كثافة عددية من الآفة يتسبب عنها ضرراً إقتصادياً Economic Damage ).
* ( المستوى من الإصابة الذى لا يمكن للنبات الإستمرار فى تحمل أضراره لمدة طويلة ) - اى عند هذا المستوى من الإصابة أو أقل منه نشرع فى تنفيذ برامج المكافحة.

**جـ - الضرر الإقتصادى (ED) Economic Damage :**

يعرف بأنه ( كمية الضرر التى تتكافأ مع تكاليف إجراء المكافحة ).

**د - موضع التوازن العام (EP) General Equilibrium Position :**

يتحدد تعداد أى آفة فى بيئة معينة على كثير من العوامل، مثل الغطاء النباتى، ونوعية التطفل للآفة، والقوى الحيوية لها، وتوافر المفترسات والمتطفلات، وغير ذلك مَن العوامل، كما سبق ان ذكرنا، ولهذا فأن تعداد هذه الأفة أو مستوى الأصابة بها يتذبذب حول معدل معين يتحدد كنتيجة لتداخل كل هذه العوامل المذكورة. ولايتأثر هذا التعداد كثيراً بالعمليات المؤقتة لمكافحة هذه الأفة، حيث أن هذا التعداد يظل محافظاً على ثباته فى حدود معينة على إمتداد فترة زمنية طويلة نسبياً، وهذا ما يعرف بإسم (موضع التوازن العام) فى تعداد الأفة، الذى يعرف بأنه ( متوسط الكثافة العددية للمجموع الحشرى الذى لايتأثر بالتدخلات المؤقتة لمكافحة الأفات على إمتداد فترة زمنية محدد ) ومن المعروف أن الكثافة العددية Population density للآفة تتأرجح حول هذا المتوسط بتأثير كثير من العوامل التى سبق ذكر بعضها.

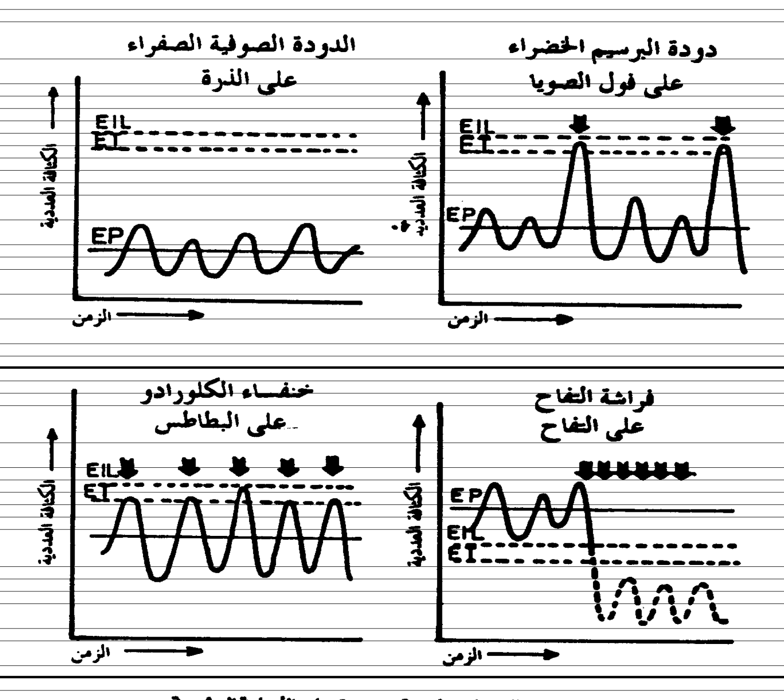
هـ - موضع التوازن المعدل Modified Equilibrium Position (MEP) :

يحدث أحياناً أن يتدخل الأنسان لتعديل موضع التوازن العام لحشرة شديدة التأثير على محصول معين، وبخاصة إذا كان هذا المحصول من المحاصيل عالية القيمة النقدية، والذى يعتمد تسويقه على المظهر العام للثمرة كما فى حالة إصابة أشجار التفاح بفراشة التفاح، غالبا ما يتم ذلك بالأستخدام المكثف للمبيدات، ولبيان العلاقة بين المقاييس المذكورة MEP ،EP ،ED ،EIL ،ET - نورد هنا بعض الأمثلة عن هذه المستويات فى بعض المحاصيل لعدد من الحشرات (شكل ٩).

٣ - مكافحة الآفات وإدارتها :

تعرف مكافحة الآفات Pest Control بأنها قتل الآفة أومنع تكاثرها أو إبعادها أو طردها أو تأخير نموها، حتى يمتنع أو يقل ضررها على المحاصيل المختلفة المصابة بها، أو فى المنطقة التى حلت بها، أما إدارة الآفات Pest Management فتعرف بأنها تشتمل على كل الجهود فى مجال مكافحة الآفات، بدءا من إتباع طريقة وحيدة لمكافحتها، مثل التطبيق المتكرر لمبيد واسع الفاعلية فى برنامج محدد، بدون النظر إلى الكثافات العددية أو الحدود الأقتصادية للضرر، وحتى النظم الأكثر تطوراً للمكافحة المتكاملة. ولهذا فإن تعبير إدارة الآفات هو تعبير جامع، يشمل مجهودات الأنسان المستمرة لمكافحة مجاميع الآفات، وتخفيض كثافاتها إلى الحد الذى لايشكل ضرراً على مقتنياته وعلى الرغم من الميل الواضح لجعل إدارة الآفات مرادفة للإدارة المتكاملة للآفات إلا إنهما ليسا تعبيرين مرادفين لبعضهما تماماً.

وهناك كذلك تعريف إضافى هو المكافحة المتكاملة Integrated Control للآفات التىتعرف بأنها نظام إدارة لتجمعات Populations الآفات، يستخدم فيه كل الطرق المناسبة، إما لتقليل تعداد هذه التجمعات والمحافظة على هذا التعداد عند مستوى أقل من الذى يحدث ضرراً إقتصادياً، أو لتنظيم هذه التجمعات بطريقة تمنعها من إحداث هذا الضرر.




شكل (٩) : بعض الحالات النموذجية من مستويات الأصابة الحشرية،

توضح مستوى الضرر الأقتصادى EIL، الحد الأقتصادى ET، موضع التوازن العام EP، موضع التوازن المعدل MEP

السهم (↓) يشير الى تطبيق المبيدات لمكافحة الأفة المعينة.

والمكافحة المتكاملة هو إصطلاح واسع الأنتشار، ويستعمل تبادليا مع إدارة الأفات، ويدل على إحداث تكامل بين تكتيكات المكافحة فى إستراتيجية واحدة لمكافحة الأفات، و كان يستخدم هذا التعبير سابقاً للدلالة على إحداث تكامل بين طرق المكافحة الحيوية وطرق المكافحة الكيماوية. والتعريف الذى وضعه فريق خبراء المكافحة التابع لمنظمة الأغذية والزراعة FAO للمكافحة المتكاملة هو الأكثر تعبيراً حيث يعرفها بأنها نظام إدارة للأفات او نظام ترويض لها، يهتم بالبيئة المحيطة، اخذاً فى الأعتبار حركيات الجموع العددية Population dynamics للأنواع الأخرى من الكائنات الحية ويتضمن كل التقنيات المناسبة والطرق المتيسرة بأقصى درجة من التوام للمحافظة على تعداد الأفة أو الأفات المستهدف مكافحتها عند مستويات أقل من المستوى الذى يحدث ضرراً إقتصادياً Economic injury، وغالباً ما يتم دمج التعريفين الأخيرين مع بعضهما وهما المكافحة المتكاملة مع إدارة الأفات لينتج تعريفاً واحداً هو الأدارة المتكاملة للأفات Integrated Pest Management، الذى يعرف إختصاراً بإسم IPM وهذا التعريف الأخير لايتضمن فقط الأهداف العاجلة لوقف الضرر الناتج عن الأفة ولكنه يأخذ فى الأعتبار أيضاً الأهداف بعيدة المدى (الآجلة) من الناحية الأقتصادية والأجتماعية والبيئية، ولهذا تعرف الأدارة المتكاملة للأفات بأنها نظام إدارة يستخدم أو يستفيد من جميع الطرق الممكنة فى تكامل وتناسق بقدر الامكان، للمحافظة على التعداد للأفات عند مستويات أقل مما يسبب ضرراً إقتصاديا، مع الأخذ فى الأعتبار العوامل البيئية المحيطة وحركيات المجاميع Population dynamics للصنف من الأفات المستهدف مكافحته.

وقد تم ممارسة تكامل تكتيكات المكافحة منذ زمن بعيد وقبل أن تتضح معالم فلسفة متكاملة للمكافحة، حيث بدأ التفكير فى هذا التكامل فى أواخر الأربعنيات من القرن الماضى، وتأكدت جدوى هذا التكامل بتراكم سلبيات إستعمال المبيدات كأسلوب وحيد لمكافحة الأفات، وتنحصر أهم سلبيات الأقتصار على إستعمال المبيدات فى عمليات مكافحة الأفات فى ظهور صفة المقاومة لفعل المبيدات فى الأفات وفى تكاثرها العددى الكبير بعد إستعمال المبيدات، وفى إهلاك الحشرات النافعة، وفى دخول بعض الكائنات الثانوية فى عداد الأفات الخطيرة، وفى التأثير على الكائنات غير المستهدفة وفى التلوث البيئى بالمبيدات و فى غيرها، ولهذا فأن إدارة الأفات تعنى بالأهتمام بالبيئات الزراعية بطريقة تحافظ على الأفات عند

تعداد أقل من المستوى اللإقتصادى، وذلك عن طريق إدماج عناصر إدارة الأفات داخل نظم الأنتاج الزراعى، بهدف تقليل تذبذب أعداد الأفات إلى الحد الذى يجعل الحد الأقصى لهذا التذبذب أقل من الحد الإقتصادى للأفة، أو للأفات المراد التحكم فى تعدادها ، وهذا يعنى.. إننا نحاكى القوى البيئية فى التحكم فى تعداد الأفات، إلا إننا هنا ننفذ فى وقت قصير ما تقوم به الظروف البيئية العادية فى أزمنة طويله نسبياً.

## الطرق التقليدية لمكافحة الآفات

لا يلزمنا هنا فى هذا السياق أن نهتم بالطرق البدائية التى أستعملت أو ما تزال تستعمل فى مجال وقاية النبات فى بعض المناطق من العالم، مثل الطرق التى تستعمل فيها الضرب على صفائح من المعادن لإحداث أصوات تطرد الطيور، أو حتى الجمع اليدوى ليرقات بعض لحشرات. ولكننا سنوجه الأهتمام إلى الإمكانيات المتطورة والمتاحة لمكافحة الآفات فى القرن الواحد والعشرون والتى إستحدثت مع تطور وإستمرار الثورة الزراعية الحديثة.

الطرق الأساسية لوقاية النبات التى توفرت خلال القرن العشرين، هى طرق بسيطة، وتختص بجانب منفرد لأحد تكتيكات وقاية النبات، وينصب معظم الأهتمام فى هذه الطرق للوصول إلى طرق سريعة وعالية الكفاءة لحل المشاكل المترتبة عن إنتشار الآفات، ولذلك تم اللجوء لتنفيذ طرق المكافحة الزراعية، ويتم ذلك بطرق عديدة، مثل إستزراع اصنافاً نباتية من المحاصيل تتميز بتوفر جين أحادى سائد للمقاومة، أو (و) بإطلاق عناصر المكافحة الحيوية، أو تطبيق المبيدات الكيماوية ذات الفعالية العالية أو تنفيذ الزراعة فى الأوقات التى يغيب فيها وجود الآفات مثل زراعة القمح فى الوقت التى يندر فيه تواجد ذبابة الهيسيان Hassian fly تحاشياً لأضرارها، وكذلك إختيار أصناف من القمح مقاومة للأصداء لتحاشى الفقد الناتج عن هذا المرض، كما تم إستجلاب وتربية ونشر خنفساء الفيداليا Vedalia beetle للمكافحة الحيوية الحشرات القشرية على الموالح، وتم كذلك إستعمال زرنيخات الرصاص والـ ددت والمبيدات الحشرية الأخرى من مجاميع الفوسفورعضوى والكربامات لوقاية أشجار الفاكهة من أضرار الإصابة بالبق الدقيقى، ونفذت كذلك العديد من الدورات الزراعية لتقليل الكثافات العددية للنيماتودا... وغيرها الكثير من طرق المكافحة، وكل من هذه الطرق له

فاعلية مقبولة فى المجال الذى إستخدم من أجله، إلا أنها فاعلية محدودة ومؤقتة، صحيح أن معظمها قد أحرز نجاحاً مرموقاً فى مكافحة الآفات المستخدم ضدها، إلا أنها خلفت وراءها عدداً من المشاكل العنيفة، نلخص بعضه فيما يلى :-

مثلاً فإن إختيار زمن غياب الآفة توقيتا للزراعة، كما فى مثال ذبابة الهيسيان السابق ذكره، قد لايكون أكثر الأوقات ملاءمة للزراعة من الناحية المحصولية، وفى كثير من الحالات فإن الأصناف أو السلالات من المحاصيل الزراعية المقاومة لآفة معينة، يظهر عليها فى بيئاتها سلالات جديدة من نفس الآفة، يكون فى مقدورها مهاجمة هذه الأصناف المقاومة، كما قد تظهر أو تصل آفات أخرى على المحصول (الموالح مثلاً) بخلاف الآفة التى كانت مستهدفة أصلاً (البق الدقيقى فى المثال المذكور) مما قد يستدعى لمكافحة هذه الآفة الجديدة إستعمال مبيدات تؤدى إلى إهلاك المفترسات والمتطفلات التى إستجلبت أصلاً لمكافحة الآفة الأصلية، كما قد يحدث كذلك أن تظهر سلالات من أكاروسات جرب التفاح تتمتع بصفة المقاومة للمبيدات المستعملة فى المكافحة، أو قد تكتسب صفة المقاومة ضد هذه المبيدات واحداً تلو الآخر، وأخيراً فإن العديد من الدورات الزراعية المقترحة كأحد طرق المكافحة الزراعية لا تتناسب مع النظم الزراعية الحديثة والشديدة التأثر بمثل هذه الدورات، هذا بالأضافة إلى أن هناك صوراً أخرى من المشاكل قد تنتج عن هذه الطرق التقليدية لوقاية النبات، فعلى سبيل المثال، هناك كثير من العوامل البيئية والأجتماعية والأقتصادية يلزم أخذها فى الحسبان عند اللجوء إلى هذه الطرق. ويتزايد حجم هذه المشاكل بتزايد التعداد البشرى، وبالتالى تزايد الطلب على الغذاء والكساء، هذا بالأضافة إلى التنافس بين المجتمعات الحضرية والريفية على إستغلال الأرض وعلى الهواء والماء. كما أن تزايد الميل نحو الحد من إستعمال المبيدات، هو الآخر مؤشر بالغ التأثير على دور كل نشاط من هذه الأنشطة، مما يؤكد الحاجة إلى إسلوب متطور لمكافحة الآفات نتحاشى به كل هذه المشاكل، حيث يجب أن يتم تطوير نظم وقاية النبات بطريقة توفر توازن عددى (غير ضار) بين وداخل أنواع الكائنات الحية فى المجتمعات الحديثة ذات التكثيف الزراعى، على أن يتم ذلك إسترشاداً بالحد الإقتصادى لكل آفة، بحيث تكون متوافقة مع المتطلبات البيئية والأجتماعية لهذا المجتمع الزراعى.

## إستراتيجيات إدارة الآفات وتكتيكاتها

تتوافر ثلاثة إستراتيجيات رئيسية فى مجال مكافحة الآفات تنحصر فى الأعتماد الكامل على القوى الطبيعية بدون أى تعديل، أو فى منع Prevention أو إستئصال Eradication الأصابة أو فى إحتواء Containment أو التعديل Correction لهذه الأصابة، وإستراتيجية الأعتماد الكامل على القوى الطبيعية بدون تعديل ليست عملية، بسبب التعقد الشديد والتداخل بين الآفات التى تتواجد فى معظم البيئات الزراعية. إلا أنه عموماً يمكن إعتبار هذه الأستراتيجية مناسبة لنوع واحد فقط من الأنواع العديدة من الآفات التى تتواجد فى بيئة ما، ويتم تحديد أكثر الأستراتيجيات مناسبة بعدد من العوامل، فعلى سبيل المثال فإن تطبيق طرق المكافحة الكيماوية بالمنع preventive methods تعتبر هى الطريقة العملية الوحيدة الممكنة لمكافحة فراشة التفاح apple maggot وجرب التفاح apple scab فى ولاية كاليفورنيا، وذلك بسبب أن عدم النجاح فى منع الأصابة يؤدى إلى خسارة غير محتملة، ويؤدى كذلك إلى الإفراط فى إستعمال المبيدات لمجرد وقف إستفحال الضرر، وفى ناحية أخرى فهناك زراعات تتذبذب فيها الأصابة بالآفات بين صعود وهبوط، حيث تظهر هذه الزراعات تحملاً معقولاً للأصابة عندما تكون بمستوى قليل، ويمكن فى هذه الحالة إحتواء الأصابة أو معالجتها بنجاح، والأمثلة على ذلك الكثير من الأصابات بالمن والحلم وبالعديد من الأمراض النباتيه التى يمكن مكافحتها بنجاح باتباع هذه الوسيلة.

تعتمد الفلسفة العامة لإدارة مكافحة الآفات على تضخيم دور قوى المكافحة الطبيعية natural (الأعداء الحيوية والمقاومة النباتية للأصابة بالأفات)، بالأضافة إلى إستخدام أى تكتيكات أخرى، مع إحداث أقل قدر ممكن من الآثار الضارة على البيئة.

من أكبر المشاكل التى تواجه نظم إدارة الأفات، هو التحديد المسبق للضرر الأقتصادى economic losses للآفة أو للآفات فى البيئة الزراعية، وكيف نقدر الحد الأقتصادى economic threshold لكل منها، خاصة إذا تواجدت مجموعة من الآفات على محصول واحد فى وقت واحد، وذلك لأن تقدير الحد الأقتصادى لآفة واحدة هو عملية معقدة تحتاج للكثير

من القياسات والمعلومات من الناحية الأقتصادية، خاصة فيما يتعلق بالعائد من إجرائها ومخاطر تنفيذها.

ولا تعتبر معظم التكتيكات أو التقنيات التى تستخدم فى المكافحة المتكاملة للأفات أنها جديدة، رغم أن بعضها قد يعتبر حديث العهد نسبياً، فقد حدث بعد الحرب العالمية الثانية أن تم الأعتماد تماماً، تقريباً، على المبيدات الكيماوية فى مكافحة الآفات بدرجة تقترب من الأستبعاد الكامل لباقى طرق المكافحة بخلاف المبيدات، وكان ذلك أكثر وضوحا فى مجال مكافحة الأفات الحشرية.

وتنحصر بعض تكتيكات إدارة الآفات فى التركيز على أو تكثيف بعض المظاهر التى تتواجد طبيعياً فى البيئة، مثل مقاومة العائل للأصابة والمكافحة الحيوية، بينما البعض الأخر فليس له أساس بيئى ولكنه مصطنع artificial أو يكون مثل المكافحة الزراعية أو المكافحة الكيماوية، وكل طريقة من هذه الطرق فعالة بدرجة محدودة، ومفيدة بدرجة ما على المستوى التطبيقى، وهناك أمثلة كثيرة على ذلك، فمن ذلك مثلاً، أن إستعمال مبيدات الحشائش قد يترتب عنه إدخال عنصر كيماوى جديد فى البيئة بما فى ذلك من تداعيات إلا، أن الخدمة الزراعية قد يترتب عنها إسراع عمليات التعرية erosion للتربة الزراعية، كما قد لايكون التعشيب اليدوى مجدياً من الناحية الأقتصادية، ومع ذلك فإن هذه التكتيكات الثلاثة لها دور فى إحداث عملية التكامل بين كافة التكتيكات المختلفة فى هذا المجال، ومن التكتيكات المفيدة فى مجال إدارة الأفات ما يلى :-

١ - المقاومة النباتية Plant Resistance :

التطور الذى حدث فى إستعمال سلالات من المحاصيل تتصف بمقاومة الأصابة بواحد أو أكثر من الأفات، أو حتى تتحمل الأصابة بها، يشكل عنصراً أساسياً فى مكافحة بعض أنواع النيماتودا ومسببات الأمراض النباتية وقليل من الانواع الحشرية، فعلى سبيل المثال هناك سلالات من نباتات الدخان مقاومة لست من الآفات الرئيسية التى تصيبه، تشمل آفات فطرية وبكتيرية وفيروسية ونيماتودية، كما أن سلالات القمح المقاومة للأصابة بذبابة الهيسيان Hassian fly تعتبر من أهم الأمثلة فى مجال المقاومة النباتية للإصابات الحشرية.

وقد شرع الحشريون على وجه الخصوص فى تحديد أهمية إسهام الدور الذى يلعبه عامل المقاومة النباتية للأصابات الحشرية - حتى عند أقل مستوياتها - فى البرامج النهائية لأدارة الأفات، كما بذلت محاولات مختلفة - عن طريق تربية النباتات - لتحسين وتطوير قدرة نباتات المحاصيل على منافسة الحشائش، وهناك من الدلائل ما يدل على أن السير فى هذا الإتجاه يمكن ان يكون مثمراً، إلا أنه من المعروف أن تطوير صفة المقاومة النباتية للإصابة بالآفات هو عملية طويلة جداً ومكلفة، ولكنها توفر للزراعيين وسيلة فعالة لمكافحة الآفات، ومناسبة جداً من النواحى الإقتصادية والبيئية.

**٢ - المكافحة الزراعية Cultural Control :**

المكافحة بالطرق الزراعية هى واحدة من أقدم طرق مكافحة الآفات، وذلك عن طريق التبكير او التأخير فى الزراعة او فى الحصاد، أوتبوير الأرض، أو تشميس التربة، أو باختيار الدورة الزراعية أو غيرها، وكلها تعتبر من الطرق الهامة فى مجال وقاية المحاصيل من الآفات، وقد تم الإستغناء عن بعض هذه الطرق فى العصر الحديث لأن الطرق الأخرى أكثر مناسبة مع التوجة الحديث فى إنتاج المحاصيل، وفى الوقت الراهن تم إعادة إدخال المكافحة الزراعية ضمن عمليات وقاية النبات، لما لها من فائدة فى إدارة الآفات، وذلك لأنها تتناسب مع معظم تكتيكات المكافحة الأخرى.

وقد تؤثر اى عملية من عمليات المكافحة الزراعية على الآفات الأخرى تأثيراً إيجابياً او تأثيراً سلبياً، مثلاً إزالة الحشائش يزيل مصدراً هاماً من مصادر العدوى بالآفات الحشرية أو بمسببات الأمراض النباتية، ولكنه يعمل فى نفس الوقت على تقليل مصادر المتطفلات والمفترسات التى تتغذى على الآفات، وبالتالى على الضرر الذى تحدثه لنباتات المحاصيل، ولهذا يعتبر التنسيق بين التخصصات المختلفة والعمل كفريق متكامل عامل أساسى وعلى درجة عالية جداً من الأهمية فى إدارة الآفات.

**٣ - المكافحة الحيوية Biological Control :**

لم يوجه القدر الكافى من الأهتمام إلى الدور الهام الذى تلعبه كائنات المكافحة الحيوية فى تنظيم والحد من تعداد الآفات، خاصة الآفات الحشرية، على المحاصيل الزراعية، حتى حدث

تدمير كامل لهذه الكائنات من جراء إستعمال المبيدات التى تقضى عليها. ومن الأمثلة على ذلك إستعمال المبيدات الهيدروكربونية المكلورة التى أظهرت نجاحاً فائقاً فى مكافحة العديد من الآفات الحشرية، إلا أنها غير فعالة تماماً فى مكافحة الأنواع المختلفة من الحلم التى تتغذى على النباتات، ولهذا فقد تم تدمير المتطفلات والمفترسات التى كان وجودها يحقق تنظيماً تعدادياً لأنواع الحلم، مما ترتب عنه زيادة كبير جداً فى تعداده، وأصبح آفة خطيرة، ولهذا يجب التأكيد دوماً على الأهمية الكبرى لعناصر المكافحة الحيوية فى الحد من تعداد الآفات الحشرية منها على وجه الخصوص، وأيضاً بذل أقصى الجهد لتدعيم وتقوية كفاءتها، وفى السنوات الأخيرة أمكن إحراز تقدم ملموس فى إحداث تكامل بين المكافحة الكيماوية والمكافحة الحيوية، إلا أنه يتبقى الكثير مما يمكن عمله وتحقيقه فى هذا المجال.

٤ - المكافحة بمبيدات الآفات Pesticides :

هذا العنصر من عناصر المكافحة كان وما يزال وسيظل إلى المستقبل المنظور السلاح الرئيسى فى تنظيم الآفات، وفى الحقيقة فهناك إصابات ببعض الآفات لا يعرف طريقة لمكافحتها غير إستعمال المبيدات، فقد أثبتت المبيدات كفاءة عالية جداً فى فعاليتها، كما أنها سريعة المفعول ويمكن الإعتماد عليها فى تحقيق قدر جيد من المكافحة، وهى وسيلة إقتصادية لمكافحة كل أنواع الآفات، حيث أنها قد حلت محل طرق أخرى من طرق المكافحة أكثر منها صعوبة وأعلا تكلفة، وبالرغم من كل هذه المميزات لإستعمال المبيدات فى مكافحة الآفات، فإن المشاكل التى قد تترتب عن إستعمالها هى مشاكل عنيفة ومتعددة، ومن أكثر المشاكل حدة لإستعمال المبيدات هى مشكلة ظهور المقاومة لفعل المبيدات فى الآفات المختلفة، بالإضافة إلى المشاكل الحادة الأخرى مثل مشكلة التلوث البيئى بالمبيدات وغيرها من المشاكل ؛ إلا أن هناك مؤشرا هاماً جدا هو التزايد المستمر فى فرض الحظر على استخدام بعض انواع المبيدات مع عدم التأكد من إكتشاف مبيدات جديدة تحل محلها، وهذا فى حد ذاته يدعو الى التخوف من الوصول إلى الحالة التى يتوقف معها إستعمال معظم المبيدات قبل الوصول إلى البديل الكفء الذى يحل محلها.

**٥- تكتيكات اخرى Other Tactics :**

يتوفر تقنيات اخرى لمكافحة الأفات، بعضها يبدو انه قديم والبعض الآخر حديث نسبياً ويمكن إدراجه ضمن تكتيكات إدارة الأفات، ومن هذه التكتيكات طرق القتل التلقائى (المكافحة الذاتية) autocidal methods والمثل عليها تقنية تعقيم الذكور - إشعاعياً أو كيماوياً - والتى تعتبر من الوسائل الناجحة فى إستئصال الآفات، ويمكن توظيفها فى برامج إدارة أنواع محددة من الآفات الحشرية. وكذلك إستخدام الفيرمونات الحشرية Insect Pheromones التى تعتبر هى الأخرى وسيلة فعالة عندما تستعمل مع الطرق الأخرى، أو حتى عندما تستعمل منفردة فى المصايد الحشرية أو إستعمالها فى إرباك عملية التزاوج بين الحشرات.

وإستعملت كذلك بعض منظمات النمو النباتى وما تزال تستعمل كمبيدات للحشائش، بدرجة معقولة من الفاعلية، كما أثبتت منظمات النمو الحشرى جدواها فى تنظيم تعداد بعض الآفات الحشرية وربما لغيرها من الافات.

ويعتبر الحجر الزراعى quarantine وعمليات الإستئصال eradication من العناصر الأساسية فى إدارة الآفات ومن أكثر الطرق فعالية فى مكافحة الآفات التى تتواجد خارج الحدود، ولم يتيسر لها الدخول بعد، وذلك بمنع دخولها تماماً، وتتزايد صعوبة تنفيذ ذلك مع التقدم الهائل فى وسائل المواصلات وفتح الحدود، وفى حالة حدوث تسرب لاحدى الآفات إلى داخل الحدود، يصبح تنفيذ برامج الإستئصال لها هو أنسب الطرق للتخلص منها، إذا تم إكتشاف هذا التسرب فى مراحلة المبكرة، وكانت الإصابة محصورة فى نطاق ضيق نسبياً، وهناك الكثير من الأمثلة عن نجاح تنفيذ برامج إستئصال عدد من الآفات، وهناك أيضاً الكثير من أمثلة الفشل فى هذا المجال، الأمر الذى يحتاج إلى دراسة أكثر عمقا للعناصر التى تساعد على إنجاح تنفيذ برامج الإستئصال.

كما أن إصدار التشريعات لمنع دخول الآفات أو للحد من إنتشارها أو لتنفيذ برامج مكافحة محددة ضد آفات محددة، يعتبر هو الآخر عنصرا هاما جداً فى إدارة الكثير من الآفات بأنواعها المختلفة، فالنص تشريعياً على إستعمال تقاوى خالية من بذور الحشائش، أو خالية

من الإصابة بالآفات الحشرية ومسببات الأمراض النباتية يعتبر طريقة ممتازة من طرق المكافحة بشرط تنفيذه بطريقة جادة، وكذلك فإن التشريعات المنظمة للتصريح بإستعمال المبيدات فى أغراض محددة، تعتبر هى الأخرى مفيدة فى تقييد الإفراط وسوء إستخدام المبيدات فى مكافحة الآفات عموماً ومنعا للتلوث البيئى بها.

ومن المعروف أن نباتات المحاصيل فى الحقل تعانى عادة من أكثر من آفة واحدة فى نفس الوقت، فقد تعانى من أكثر من مسبب مرضى واحد، ومن أكثر من آفة حشرية واحدة، وفى نفس الوقت تعانى من منافسة الحشائش... وغيرها من الآفات، ويضاف إلى ذلك معاناتها من أمراض نقص العناصر ومن الظروف البيئية غير المناسبة، ولهذا لا يمكن التعامل مع كل مشكلة من هذه المشاكل بمعزل عن باقى المشاكل التى تعانيها النباتات، ويلزم عند التصدى لمشاكل مكافحة الآفات، النظر إليها ككل، مع عدم إغفال ما يقع على نباتات المحاصيل من إجهاد حرارى أو إجهاد رطوبى أو من أى نوع آخر من المؤثرات.

ومكافحة الآفات على مستوى الحقل أصبحت عبارة عن قرار decision عن أى مشكلات الآفات هى الأكثر خطورة على النبات، وبالتالى الأولى بالإسراع إلى الحل، حتى نحافظ على أعلا إنتاجية وأجود محصول، وبأى الوسائل يتم تنفيذ القرار، وفى أى توقيت وبأى طريقة، ولهذا فإن إتخاذ هذا القرار يستلزم المعرفة الكاملة بكثير جداً من العوامل التى تحيط بتنفيذه والتى تنتج عن هذا التنفيذ، وحيث أن مشاكل مكافحة الآفات معقدة ومتداخلة مع بعضها، ونادراً ما تكون بسيطة، فإن النظر إلى هذه المشاكل من منظور تخصصى ضيق، يحجب كثيرا من العوامل المهمة جداً فى حل هذه المشاكل، وبالتالى يكون الحل ناقص أو مبتور أو غير مجدى أو مؤقت أو يؤدى إلى تفاقم مشاكل أخرى بيئية أو إنتاجية، هذا بالإضافة إلى أن إهتمامات مكافحة الآفات التى تتداخل مع بعضها على المستوى الحقلى تشكل جزءاً صغيراً من المشكلة الكلية لتطوير وتحسين الإنتاج المحصولى أو الإدارة المحصولية على مستوى الحقل، لذا فإنه يعتقد أن تخصص وقاية النبات هو تخصص مكمل لغيره من التخصصات، وتزداد أهميته كثيراً عندما تصبح إصابة المحصول بآفة (أو آفات) شديدة التأثير على الإنتاجية، أو تصبح هذه الإصابة هى العامل المحدد فى إنتاجية المحصول، ولهذا فإن مدى النجاح فى حل المشاكل المتعلقة

بإنتاجية المحصول ومن ضمنها مشاكل الإصابة بالآفات، يتوقف على قيام جميع الأخصائيين فى الأفرع المختلفة أو فى التخصصات المختلفة فى صورة فريق عمل متكامل بأتخاذ القرارات المناسبة فيما يتعلق بشتى المشاكل المتعلقة بإنتاجية هذا المحصول، والأمثلة على ذلك كثيرة، منها النجاح الذى أحرزه نموذج الثورة الخضراء فى بلدان العالم الثالث، والنجاح الذى تحرزه بعض المؤسسات العالمية الأخرى مثل المركز العالمى لبحوث الأرز فى الفلبين IRRI وغيرها.

وقد أصبحت مشاكل وقاية النبات ذات أهمية خاصة فى الوقت الراهن لأسباب عديدة، منها عدم النجاح لبعض برامج المكافحة الكيماوية للآفات فى الوصول لمستويات جيدة من المكافحة أو لتحقيق مستويات جيدة من الإنتاج، والتهديد المستمر للصحة العامة ولصحة البيئة الذى ينتج من الإستعمال الواسع وغير الواعى للمبيدات، بالإضافة إلى الإتهام الموجه للمكافحة الكيماوية للآفات بأنها وراء الأنفجار الرهيب فى تعداد الآفات، وفى تنوعها وكثرتها على المحاصيل المختلفة، وهذا ليس بصحيح تماماً، حيث أنه من المعروف أن عمليات التنمية الزراعية المكثفة فى كل دول العالم، ومنها بلدان العالم النامى، تساعد على إحداث تأثيرات سريعة فى البيئة، مما يعمل على التحول السريع بالآفة إلى مستوى الوباء نتيجة الإنفجار التعدادى لها.

وترجع أهمية إستخدام المبيدات ضمن برامج الإدارة المتكاملة للآفات إلى أنها تحتل مكانة مرموقة فى برامج المكافحة، لأنها أهم العوامل فى تنظيم وإدارة الآفات، ولأنها جواهر فعالة وقوية ومفيدة فى إدارة الآفات، وتتزايد الحاجة إليها مع مرور الأيام، كما أن إستعمالها هو الوسيلة الوحيدة المعروف والمتبعة لمكافحة الكثير من الآفات على إتساع العالم فى مجالات الزراعة والصحة العامة، ولا يجاريها فى ذلك اى وسيلة أخرى، خاصة عند حدوث فوران out break فى تعداد الآفة، والأمثلة على ذلك مكافحة الحشرات الناقلة لأمراض الأنسان والحيوان وغيرها من الآفات.

ولكل ذلك فقد تم وضع مواصفات للمبيدات التى يسمح بتداولها للإستعمال التطبيقى، حتى نتحاشى بقدر الإمكان آثارها السلبية، ومن هذه المواصفات إستعمال المبيدات المتخصصة ذات الفاعلية العالية على الآفة أو الآفات المستهدفة، وأيضاً المبيدات الأكثر أماناً على

ذوات الدم الحار وعلى الحياة البرية، والتى تتحطم حيويا Biodegradable ولا تتخزن فى دهون أجسام الحيوانات، ولا تتركز من خلال السلاسل الغذائية، بالإضافة إلى أنها تتصف بعدم البقاء الطويل فى البيئة، إلا إلى الوقت المراد أن تظل فعاله خلاله، ولا يتجاوز بقاؤها فيها إلى أزمنة طويلة تبرز خلالها خطورة متبقياتها residues على البيئة.

ومع ذلك فإن الإفراط وسوء إستخدام المبيدات يؤدى إلى نتائج سلبية على البيئة وعلى الأنسان، مما يلحق به وبها أضراراً بالغة، وتتمثل أهم هذه الآثار السلبية فيما يلى :-

١ - إنتخاب السلالات المقاومة للمبيدات من الآفات وإنتشارها مما يؤدى إلى إنتشار سلالات من الآفات أقل تأثراً وأكثر تحملاً للمبيدات المستعملة فى مكافحتها، وهذا يستدعى إما إلى اللجوء إلى مبيدات أخرى أشد فاعلية أو زيادة الجرعة المستخدمة من المبيد، وهما إختياران كلاهما شر. تحدث ظاهرة إنتخاب السلالات المقاومة للمبيدات من الآفات كنتيجة للضغط الإنتخابى Selection Pressure الذى يحدثه الإستعمال المتكرر من أحد المبيدات أو مبيدات أحدى المجموعات، فى مكافحة الآفة، وعموماً يمكن تحاشى تنامى صفة المقاومة فى الآفات، أو تأجيل ظهور صفة التحمل أو المقاومة للمبيدات فيها بإتباع نظم الإدارة المتكاملة للآفات التى تأخذ فى حسبانها هذا الإتجاه.

٢ - تأثيرها المؤقت على تعداد الآفات، مما يستلزم تكرار المعاملة بالمبيدات، لأنه غالبا ما تتزايد أعداد الآفة سريعاً بعد المعاملة ليصل إلى مستويات أعلا مما كان علية قبلها، خاصة وان المعاملة بالمبيدات غالباً ما يترتب عنها تدمير الأعداء الحيوية للآفة المستهدفة وإكتسابها قدراً من التحمل للمبيد مما يوفر لها فرصة أفضل للتكاثر السريع بعد المعامل.

٣ - خطورة الأثر السام لمتبقياتها على المحاصيل المعاملة، حيث تشكل هذه المتبقيات التى تبقى على أو فى المنتجات المعاملة أهم أسباب مناهضة إستخدام المبيدات، خاصة تلك التى تتمتع بقدر من الثبات فى البيئة.

٤ - حدوث إنفجار تعدادى لآفات اخرى ثانوية لم يكن لها اهمية تذكر بسبب القضاء على أعدائها الطبيعية مثل المفترسات والمتطفلات، ويحدث ذلك غالباً بسبب إستعمال المبيدات غير المتخصصة على الآفة او الآفات المستهدف القضاء عليها.

٥ - التأثيرات الأخرى الجانبية التى تستهدف الأضرار بالكائنات غير المستهدفة، مثل الأثر الضار التى تحدثه على المتطفلات والمفترسات، وعلى الأسماك والطيور وغيرها من الحيوانات البرية، وايضا على النحل وغيره من الملقحات النباتية الهامة، وعلى الإنسان وحيواناته المستأنسه، وعلى نباتات المحاصيل نفسها والتى يحدث لها تسمم نباتى من الإفراط فى إستعمال المبيدات.

٦ - الخطورة المباشرة على الصحة العامة للقائمين بعملية تطبيق المبيدات ومن فى محيط التطبيق، ويظهر ذلك على الأشخاص الذين يتعرضون لوصول رذاذ الرش عليهم، أو لإحتمال تلوث اجسامهم أو ملابسهم بهذه المبيدات، وبخاصة الذين يتعاملون مع المستحضرات المركزة للمبيدات.

٧ - إختزال وتبسيط المكونات الحية للنظم البيئية الزراعية وذلك بالقضاء على معظمها، وهذا من شأنه ان يساعد على حدوث الأصابة الوبائية بالآفات.

## سمية المبيدات وأضرارها

يلزم اولاً التفريق بين تعريفين شائعي الأستخدام فى مجال المبيدات هما السمية Toxicity والضرر hazard ، فسمية اى مبيد تدل على إمكانية أن يتسبب مبيد ما فى إحداث الأذى او الموت، اما أضرار المبيدات فهى المخاطر التى تنتج عن إستخدام المبيدات، وبالتالى فهى دالة لعاملين هما سمية المبيد ومدى او مقدار التعرض لهذا المبيد، ويعبر عن أضرار المبيدات احيانا بأسم مخاطر المبيدات.

فمن المعروف ان المبيدات هى مواد سامة للخلية الحية بطريقة او بأخرى، وذلك فى اى صور من صور الحياة سواء كانت خلية نباتية او حيوانية وحتى خلية الأنسان نفسه، و لهذا تتراوح المبيدات فى سميتها من مبيدات ضئيلة السمية او قليلة السمية Slightly Toxic، إلى

مبيدات شديده السمية أو عالية السمية Extremely Toxic، ولهذا فالسمية هى صفة تتصف بها المبيدات، بينما الضرر فيدل على مقدار ما تحدثه هذه السمية من أضرار، إذا ما تعرض لها كائن حى محدد بطريقة محددة ولفترة محددة، وعلى سبيل المثال يمكن الأمساك بقارورة محكمة الغلق تحتوى مادة شديدة السمية ومع ذلك لا يحدث منها ضرر ما مادامت مغلقة، ولهذا فهناك سمية للمركب ومع ذلك لايلزم بالضرورة أن تحدث ضرراً ما أو أذى معين، ما دامت معزولة عن الشخص أو عن البيئ؛ بينما لو إنكسرت هذه القارورة - لا قدر الله - وانت ممسك بها، ونالك شئ من رذاذها المتطاير، فهنا يختلف الوضع تماماً، حيث يحتمل حدوث الضرر فى هذه الحالة، والذى يتولد عن التعرض لمادة سامة، ولهذا فإن ضرر اى مادة ما هو إلا مقياس للخطورة التى يتعرض لها شخص ما عندما يتعرض لمادة سامة أو خطيرة.

ومن أجل ذلك فإن التعامل السليم مع المبيدات يتطلب معرفة سمية المركب اولاً، يلى ذلك معرفة الكيفية التى يمكن التعامل بها مع هذا المركب السام بدون التعرض لبخاره أو رذاذه أو اى شئ منه، وبسبب أن كل مبيد يتصف بمستوى محدد من السمية، لهذا فمن الممكن تقدير الخطور المحتمل منه (بالتقريب) بمجرد قراءة علامات التحذير المدونة على بطاقة هذا المبيد.

## مظاهر التسمم بالمبيدات ودرجاته

هناك مقاييس لدرجات التسمم التى تحدثها المبيدات على حيوانات التجارب، فمنها ما هو تسمم حاد acute أو تسمم أقل من المزمن Subchronic أو تسمم مزمن Chronic او تسمم متأخر delayed، وذلك كما يتضح من الجدول التالى :-

جدول (٢) : مستويات أو درجات التسمم بالمبيدات

| مستويات التسمم | عدد مرات التعرض للمبيد | زمن بدا ظهور لاعراض |
|---|---|---|
| ١- تسمم حاد Acute toxicity | عادة مرة واحدة | فور التعرض مباشرة أو بعده بدقائق او بساعات قليلة. |
| ٢- تسمم اقل من المزمن Subchronic | عدد قليل من المرات | من يوم الى اسبوع |
| ٣- تسمم مزمن Chronic | اكثر قليلا من سابقة | من اسبوع و حتى سنة |
| ٤- تسمم متاخر Delayed | مرة واحدة او اكثر | بعد مدة طويلة من التعرض، وغالبا تصل الى سنة. |

وقد يحدث احيانا ان تتداخل مستويات التسمم فيما بينها، ولهذا فإن توصيف هذه المستويات يتم على النحو التالى :-

فالسمية الحادة Acute Toxicity : وفيها تظهر أعراض التسمم على حيوانات التجارب من إعطاء المادة السامة لها فى صورة جرعة واحدة (عن طريق الفم او حقنا) خلال مدة تبدأ بعد الحقن مباشرة وقد تطول حتى تصل إلى اسبوع أو حتى اسبوعين من المعاملة.

والسمية اقل من المزمنة Subchronic Toxicity : وفيها يوضع الحيوان المعامل تحت الملاحظة المستمرة لفترة طويلة، حيث يتوقع بداية ظهور الأعراض عليه خلال فترة قد تبدأ بعد اسبوعين وتطول حتى تصل إلى ٩٠ أو ١٥٠ يوماً، وبعد ذلك يتم تشريح الحيوان المعامل وفحص أعضائه وأنسجته الداخلية، ومن نتائج هذا التشريح يتم تحديد جرعة أقصى تحمل Maximum Tolerated Dose (وتعرف بإسم MTD) وهى التى تعبر عن أقصى جرعة من المركب المختبر والتى لا تؤثر عليه طوال فترة حياته أو التى لا تحدث أى تأثيرات ضارة واضحة تؤثر على صحة الحيوان بمقارنتة بحيوانات أخرى غير معاملة.

أما السمية المزمنة Chronic Toxicity : وفيها تطول فترة وضع الحيوان تحت الملاحظة فى هذا النوع من الأختبارات تبعاً لمظاهر أو أعراض التسمم المزمن الحادث، وهل تنحصر هذه المظاهر فى إحداث أورام سرطانية أو فى إحداث تشوهات فى الأجنة مما يتسبب فى موتها قبل أن تولد، أو فى إحداث طفرات، أو غير ذلك من المظاهر، لأن لكل مظهر من هذه المظاهر طريقة محددة لتنفيذ الإختبار وفى بعضها قد تصل فتر الإختبار إلى ١٨ شهرا أو حتى ٢٤ شهر.

والسمية المتأخرة Delayed Toxicity : فقد تحدث سمية متأخرة بعد سنين طويلة من التعرض للمادة السامة، وغالباً ما تلاحظ فى دراسات الوبائيات Epidemiological Studies (وهى الدراسات الخاصة بإنتشار و مناطق توزيع التأثيرات السامة)، ومعروف أن بعض المواد الكيماوية تحدث سمية متأخرة مثل كيبون Kepone ولبتوفوس Leptophos والأسبستوس، لأن دراسات الوبائيات هى المسئولة عن إكتشاف حدوث مظاهر أخرى للسمية المتأخرة، ومن المعروف أن للمبيدات تأثيرات سامة على مختلف أجهز الجسم الداخلية، ولهذا السبب فإن مظاهر السمية التى تحدثها هذه المبيدات تتوقف على نوع التأثير، وعلى نوع أجهزة الجسم التى ينصب عليها معظم تأثيرها، وذلك كما يظهر من الجدول رقم (٣) :-

وهناك أيضاً مقياس آخر للتسمم، يعتمد على مقدار الجرعة التى تحدث درجة محددة من التأثير، والجرعات المستخدمة فى مقاييس السمية للمبيدات هى كما يلى فى جدول(٤).

جدول (٣) : مظاهر التسمم بالمبيدات

| الجهاز المستهدف بالتأثير | العضو الذى يظهر عليه الأعراض | المظاهر العامة للتسمم |
| --- | --- | --- |
| ١- الجهاز التنفسى | الأنف - القصبة الهوائية - الرئتين | إلتهاب - كحة - ضيق تنفس |
| ٢- الجهاز الهضمى | المعدة - القولون | آلام الظهر - التبول |
| ٣- الجهاز البولى | الكليتين | أكثر أو اقل من المعتاد - تلون البول |
| ٤- الجهاز العصبى | المخ - الحبل الشوكى | صداع |
| ٥- الجهاز الدورى | الدم | فقر دم ( إنهاك و ضعف ) |
| ٦- الجلد | الجلد - العينين | إلتهاب الجلد و حك واحمرار الجلد وظهور بثرات وإنتفاخ عليه |
| ٧- الجهاز التناسلى | اعضاء التناسل | عقم - عدم إنجاب عيوب خلقيه فى الجنين. |

جدول (٤) : جرعات المبيدات ( مقياس التعرض للمبيد )

| الجرعة و ما تدل عليه | ما يكافؤها | الكمية بالتقريب |
| --- | --- | --- |
| جزء فى المليون ppm ( ج م م ) | ملليجرام لكل كيلوجرام وزن جسم (مجم / كجم mg / kg ) | ملئ ملعقة شاى صغيرة لكل ١٠٠٠ جالون ماء تقريبا |
| جزء فى البليون ppb ( ج م ب ) | ميكروجرام لكل كيلوجرام ( ug / kg) | ملئ ملعقة شاى صغيرة لكل مليون جالون ماء تقريبا |

وهناك مقاييس للتسمم تعتمد على الجرعة من المبيد التى تحدث تأثيراً (أو تحدث سمية او تحدث موتا) بمقدار ٥٠ ٪ من تعداد كائنات الإختبار، وتستعمل هذه المقاييس لمعرفة مدى التأثير السام أو القاتل الذى يحدثه المبيد لكائن الإختبار، وايضا لمقارنة التأثير السام أو القاتل للمبيدات المختلفة، ويستعمل هذا المقياس كذلك لقياس مدى تأثر كائنات الإختبار

المختلفة من المبيد تحت ظروف محددة، حيث تتحدد سمية أى مادة بالجرعة منه التى تحدث قدراً محدداً من التأثير.

ولتقريب ذلك إلى الأذهان نفترض أن لدينا حوضا به عشر جالونات من الماء، وبهذا الحوض عشر سمكات صغير ( من أسماك الـ gold fish مثلاً )، فلو أضفنا لهذا الحوض كمية صغيرة من كحول الإيثايل مثلاً، فإن هذه الدفعة من الإيثانول التى اضيفت لا يترتب عنها غالبا أى مظاهر تأثير على حيوية السمك أو حركته، فلو إستمرت الإضافة فى صورة دفعات متتالية بمعدل دفعة واحدة كل خمسة دقائق، وتظل الإضافات المتتالية مستمرة حتى نلاحظ ان الأسماك العشرة بالحوض تتحرك مقلوبة تماماً وبطنها إلى اعلا.

من المحتمل فى هذه التجربة، انه بعد الدفعات الثلاث الأول أو حتى الأربعة الأول، لا يلاحظ اى تغيير فى وضع الأسماك وهى تعوم، حيث لا يلاحظ ان اى سمكة تتحرك وهى مقلوبة الوضع، لكن بعد الدفعة الخامسة وربما السادسة، نجد أن السمكة الأكثر حساسية للمركب المضاف (إيثانول) هى التى تنقلب وتعوم وبطنها لأعلا، وبعد الدفعة الثامنة مثلاً تنقلب سمكة أخرى فى وضعها وهى تعوم، وعندما نصل إلى الدفعة العاشرة (مثلا) فنلاحظ أن خمس سمكات من العشرة تعوم فى الحوض وهى فى وضع مقلوب وبطنها لأعلا، أما عند الدفعة السادسة عشر أو السابعة عشر فقد نلاحظ ان سمكة واحدة فقط هى التى تعوم وهى فى وضع معتدل، وتبدأ هذه السمكة الأخيرة فى العوم فى وضع مقلوب بعد إضافة الدفع التاسع عشر أو العشرون.

فالقياس الذى يدل على تأثير (سمية) المركب فى هذه الحالة هو عوم السمك وهى فى وضع مقلوب وبطنها لأعلا، وحيث أن كل سمكة تختلف عن زميلتها فى حساسيتها للكحول المضاف، بنفس الكيفية التى تختلف فيه حساسية الأفراد تجاه السموم التى يتعرضون لها، فإنه عند حد معين من الجرعات ( أى عند جرعة محددة Aose level ) لا يلاحظ اى تغيير فى وضع السمكة وهى تعوم عن الوضع الطبيعى، أى عنده لا يلاحظ سمكة واحد تعوم وهى فى وضع مقلوب، وهناك أيضاً حد معين من الجرعات (أى عند جرعة محددة) عندها تعوم كل السمكات وهى فى وضع مقلوب، فالجرعة من المادة السامة (الكحول فى هذا المثال) التى يحدث

عندها أن يعوم ٥٠ ٪ من تعداد السمك وهو فى وضع مقلوب تعرف بإسم الجرعة المؤثرة بمقدار ٥٠ ٪ Effective Dose على الأسماك المختبرة، ويرمز لها إختصاراً بالرمز ED50، وعلى هذا فالجرعة المؤثرة بمقدار ٥٠ ٪ ($ED_{50}$) هى الجرعة التى تؤثر على ٥٠ ٪ من تعداد كائنات الإختبار، أو هى الجرعة التى تؤثر بمقدار ٥٠ ٪ على كائنات الإختبار، بصرف النظر عن وحدة قياس التأثير.

وتتغير قيمة $ED_{50}$ تبعا لتغير لنوع التأثير المقاس، وكلما صغرت قيمة $ED_{50}$ لمادة معينة على كائن معين كلما كان تأثيرها عليه أقوى، ويجب ملاحظة أن السموم لا تختبرعلى الأنسان بنفس الطريقة التى سبق شرحها على السمك، ولكنها تستخدم فى إختبارات قياس السمية على كائنات إختبار من الحيوانات الثديية لتحديد معدلات السمية التى قد تحدث للأنسان من هذه المواد السامة إذا ما تعرض لها.

ومن أشهر المقاييس التى تستعمل لتحديد سمية مركب ما، هو الجرعة القاتلة لنصف العدد ( ٥٠ ٪ ) المختبر من حيوانات التجارب، والتى تعرف إختصاراً بإسم $LD_{50}$ (50 %LethalDose) والذى عادة مايعبر عنها بالجزء من مليون ج م م ppm أو بالمليجرام لكل كيلو جرام من وزن الجسم (مجم/كجم mg/kg)، ولهذا فإن المادة السامة التى تكون قيمة LD50 لها منخفضة (كأن تكون فى حدود ٥ ج م م مثلاً) تعتبر خطيرة جداً لسميتها العالية، بينما تلك التى قيمة LD50 لها عالية (كأن تكون ١٠٠٠ج م م إلى ٥٠٠٠ ج م م) فلاتعتبر شديدة السمية.

عموماً تعرف الـ $LD_{50}$ (الجرعة القاتلة بنسبة ٥٠٪) بأنها الكمية من المادة الفعالة التى يتم إعطاؤها بالفم أو تمتص عن طريق الجلد وتؤدى إلى قتل نصف تعداد حيوانات التجارب التى أجرى عليها الإختبار، وهى تعبير يدل على مدى سمية المركب المختبر، وغالباً ما يتم التعبير عن الـ $LD_{50}$ بالمليجرام لكل كيلوجرام وزن جسم (مجم/كجم)، ويجب أن يستقر فى الذهن أن الـ $LD_{50}$ لا تدل ولا تعبر عن اى تأثير سام آخر بخلاف ما نصت عليه، فهى فقط تعبير عن التأثير السام القاتل لنصف تعداد حيوانات التجارب بالمركب السام المختبر، حيث أنه فى بعض الحالات قد تكون قيمة الـ LD50 للمركب عالية، تضعه فى مصاف المركبات غير شديدة الخطورة، ولكن قد تحدث من نفس المركب مظاهر تسمم أخرى (بخلاف القتل)

بتركيزات ضئيل جداً منه، ولهذا يستعمل مقياس آخر لمثل هذه التأثيرات هو الجرعة السامة 50% Toxic Dose ($TD_{50}$)، أو الجرعة المؤثرة 50% Effective Dose ($ED_{50}$) بالإضافة إلى الـ $LD_{50}$.

ويلزم عند مقارنة قيم $LD_{50}$'s لعدد من المبيدات السامة، أن يتم تحديد كيفية تطبيق المبيد، وعلى أى نوع من حيوانات التجارب تم تطبيقه، حيث تتغير قيمة الـ $LD_{50}$ للمبيد الواحد بتغير طريقة تعريض حيوانات التجارب للمركب السام عند الإختبار، وايضا بتغيير نوع الحيوان المختبر؛ فبعض المبيدات تكون عالية السمية جداً إذا ما وصلت إلى داخل جسم الحيوان بالإبتلاع أو عن طريق الجهاز التنفسى، بينما قد لا يكون لها أى تأثير يذكر إذا ما وضعت على جلد الحيوان، لهذا فإن $LD_{50}$ غالباً ما تستعمل لقياس السمية الحادة عن طريق الفم Acute Oral Toxicity، أو لقياس السمية الحادة عن طريق الجلد Acute Dermal Toxicity، ويجب ملاحظة أنه كلما صغرت قيمة الـ $LD_{50}$ كلما كان المركب المختبر أشد سمية.

كما يتوفر مقياس آخر هو فاعلية Potency المادة السامة، والذى يعتبر مقياس لقوة المادة السامة فى إحداث التأثير السام، إذ ما قورنت بمواد سامة أخرى، فكلما كانت المادة السام اكثر فاعلي كلما قلت الكمية منها التى تلزم لإحداث الموت أو الضرر، وكلما قلت فاعلية المركب السام كلما زادت الكمية منه اللازمة لإحداث الموت فى حيوانات التجارب، وغالباً ما تقارن فاعلية المبيدات مع بعضها البعض عن طريق هذا المقياس.

أما مقياس الجرعة السامة ( TD ) فيستعمل لتحديد الجرعة التى يتعرض لها حيوان التجارب، وتعطى علامات السمية على نسب محددة (ولتكن ٥٠٪) من تعداد حيوانات التجارب المستعملة فى الإختبار، ولهذا فإن الجرعة السامة بنسبة ٥٠٪ TD50 هى الجرعة التى يتعرض لها حيوان التجربة لتنتج علامات السمية بمقدار ٥٠٪، أو تعطى علامات السمية على ٥٠٪ من تعداد حيوانات التجارب، مع العلم أن الجرعة السامة بنسبة ٥٠٪ TD50 لا تعطى معلومات كافية عن الجرعة القاتلة LD، ويلزم هنا تحديد نوع التسمم الذى يتم قياسة، هل هو تسمم حاد Acute أو مزمن Chronic.

وهناك مقاييس أخرى للسمية والتى منها التركيز القاتل أو المميت لنسبة ٥٠٪ من الأفراد المختبرة ( 50% Lethal Concentration (LC50) ) والذى يعرف بأنه التركيز من المادة الفعالة الذى يتواجد فى الوسط الذى يعيش كائن فيه الإختبار (كالهواء الذى يستنشقه كائن الإختبار أو كالوسط المائى الذى تعيش فيه يرقات الناموس إذا كانت هى كائنات الإختبار) والذى يؤدى إلى قتل ٥٠٪ من أفراد العينة المختبرة من كائنات الإختبار أثناء تعرضها لهذا التركيز خلال فترة حياتها، وتستعمل الـLC غالباً للتعبير عن سمية المبيد عندما يتواجد منتشراً فى الهواء على هيئة غاز أو بخار أو دخان (مسحوق) أو ضباب، أو حتى فى صورة محلول، أى عندما يكون هذا المبيد منتشراً فى الوسط الذى يعيش فيه كائن الأختبار، ولا يمكن تحديد الكمية الحقيقية التى يتجرعها كل فرد من أفراد الكائن الحى الذى يجرى عليه الأختبار، ويعبر عن الـ LC50 غالبا بالجزء فى المليون ج م م ppm عندما تكون المادة المختبرة فى صورة غاز أو بخار، أو بالميكروجرام فى اللتر عندما تكون فى صورة مسحوق أو فى صورة ضباب، وغالبا ما يستعمل مقياس الـ LC50 فى إختبارات السمية التنفسية الحادة Acute Inhalation Toxicity ولا يجب أن يغيب عن الذهن أنه كلما صغرت قيمة LC50 كلما كان المركب الذى تدل عليه أشد سمية.

كما أن هناك مقياساً آخر يعرف بإسم الجرعة دون المؤثرة No-observable Effect Level، والتى تعرف إختصاراً بالإسم نويل NOEL (أى أقصى جرعة لا تحدث تأثيراً واضحاً) وتدل نويل على الجرعة أو المستوى من التعرض للمادة السامة والذى لا يلاحظ معه علامات السمية واضحة على كائن الإختبار، ولتوضيح هذا المقياس نرجع إلى المثال السابق الإشارة إلية، وهو حوض الماء ذى العشر سمكات، فنحن نعرف أن هناك جرعة أقل من الجرعة التى تجعل أى من السمكات تعوم فى وضع مقلوب، والتى تعتبر أنها أقصى جرعة لعدم التأثير.

وعموما فإنه يراعى أن تكون مستويات تحمل Tolerance Levels حيوانات التجارب للمتبقيات التى تتخلف عن المواد السامة المختبرة أقل من الجرعة دون المؤثرة NOEL بمقدار مائة إلى ألف ضعف وذلك لتوفير حد أمان واسع لمتبقيات هذه المواد السامة.

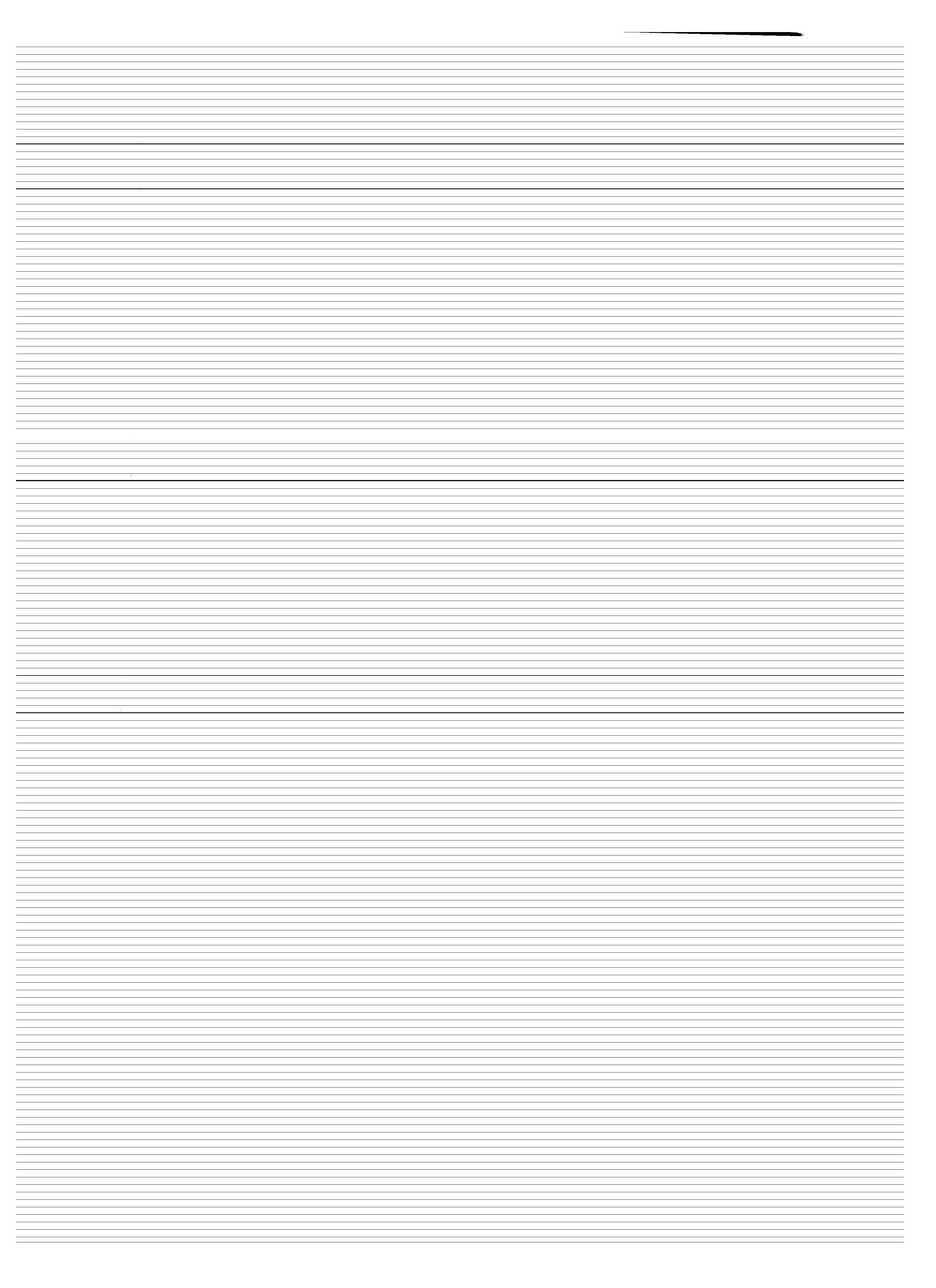
أما مقياس قيم الحد الحرج Threshold Limit Value ( TLV ) فيدل على التركيز الذى يتواجد فى الوسط ( بالـ ppm ) من المادة السامة والذى لا يسبب اى تأثيرات سيئة أو سامة على العمال الذين يتعرضون لها لمدة ثمان ساعات لخمس أيام متتالية، وذلك لقياس التأثيرات البسيطة للمادة السامة مثل إلتهابات الجلد والعينين وغيرها.

## الحد الأدنى للأمان فى إستخدام المبيدات

من المعروف أنه يلزم قبل السماح بإستخدام اى مبيد، ان تجرى عليه إختبارات تقويم الضرر hazard evaluation الذى يمكن ان يترتب عن إستعمال هذا المبيد، وقد تم تصميم مقياس لتحديد مدى الضرر الذى قد يتعرض له العاملون فى مجال المكافحة بالمبيدات، او الذين يتعرضون لها، يعرف بإسم الحد الأدنى للأمان Minimum Safety Factor والذى يعرف إختصاراً بإسم MSF. وقد وضع هذا المقياس الأخير بغية التأكد من أنه، تحت الظروف العادية لإستخدام المبيد، فإن التعرض العادى للأشخاص لهذا المبيد لا يترتب عنه ظهور اى تأثير سيئ على صحة هؤلاء الأفراد الذين يتعاملون معه

ويعتمد مقياس MSF على مقياس آخر سبق شرحه وهو الجرعة دون المؤثرة No-observoble Effect Level المعروف بإسم نويل NOEL والذى يتم تحديده فى إختبارات التسمم الحاد والتسمم المزمن على حيوانات التجارب كما سبق شرحه. وقد إتفق على ان يكون الحد الأدنى للأمان MSF مساوياً لكسر من الجرعة دون المؤثرة NOEL وغالبا ما يكون ٠,١ منها (أى عشر قيمتها) لمجموعة المبيدات العصبية التى تؤثر على نشاط انزيمات الكولين إستريز، ولهذا يقال أن الجرعة دون المؤثرة NOEL تساوى عشرة أضعاف الحد الأدنى للأمان MSF، أو يقال عنها إختصاراً أن الحد الأدنى للأمان MSF هو ١٠.

وتتراوح قيم الحد الأدنى للأمان للمبيدات المختلفة بحسب نوعيتها، وما قد يترتب عنها من أضرار، فقيمة MSF للتأثيرات الحادة الأخرى بخلاف التأثير على الكولين استريز فتساوى ٢٠، وقيمة MSF تساوى ٥٠ فى حالة المبيدات التى قد تؤثر على الخصوبة أو على تعداد أو حيوية الحيوانات المنوية أو السمية المتأخرة، كما ان MSF فتساوى ١٠٠ فى حالة المبيدات التى قد تعمل على تشوية الأجنة.



# الفصل الثامن

# المبيدات كملوثات للبيئة

* مقدمة * مشاكل التلوث بالمبيدات
* مسالك المبيدات إلى البيئة
* تلوث المياه بالمبيدات * التلوث الغذائى بالمبيدات .

## مقدمة

بالإضافة إلى المشاكل الهامة للتلوث من المبيدات، والتى عادة ما تكون مصاحبة لعمليات التعامل اليدوى معها، من معايرة وتحضير وتطبيق، والتى سبق التنويه عنها، فهناك مشاكل أخرى للتلوث بالمبيدات، تنتج أساساً عن الإستخدامات التطبيقية لها، ومن ضمن هذه المشاكل الأخيرة ما يلى:-

* شوارد المبيدات وما يترتب عنه من تلوث
* التسمم النباتي الناتج عن المبيدات
* هلكة الحشرات النافعة من إستعمال المبيدات
* المقاومة في الحشرات لفعل المبيدات
* التلوث البيئي بالمبيدات

وجميع هذه المشاكل، فيما عدا المقاومة فى الحشرات لفعل المبيدات، تنبع أساسا من الإدخال القسرى غير المرغوب فيه للمبيدات فى البيئة.

## مشكلات التلوث بالمبيدات

١- شوارد المبيدات Pesticide Drift :

تتولد الشوارد عندما تنجرف قطيرات أو حبيبات الرش (أو التعفير) بعيداً عن الهدف المراد سقوطها عليه عند رش المبيدات باستعمال الطائرات أو الرشاشات الأرضية، وتعتمد شدة هذا الإنجراف على عدد من العوامل، منها الشكل الفيزيقى للمادة التى يتم تطبيقها وكيفية تطبيقها، والحجم من محلول الرش المخفف الذى يستعمل، وأيضا على

ظروف الطقس وبخاصة حركة الرياح أثناء عملية التطبيق، وكذلك تيارات الحمل التى تحدث فى الهواء بفعل حرارة الأرض وغير ذلك من العوامل، ويلزم تحاشى حدوث أى إنجراف لسوائل الرش حتى لا ينتج من ذلك شوارد ضارة من المبيدات، وذلك للأسباب التالية :-

* الشوارد هى تبديد لمادة كيماوية غالية الثمن .
* الشوارد تنشر المبيدات على البيئة المجاورة، مما قد يتسبب عنه وجود متبقيات منها فى مناطق أو على محاصيل يحرم القانون تواجدها عليها، أو قد تسبب اضراراً صحية أو إهلاكاً للحياة البرية وغير ذلك من التأثيرات الضارة .
* الشوارد قد تتلف تماماً المحاصيل الحساسة .
* الشوارد واحدة من الأسباب التى قد تفسد إنتاجية الكثير من المحاصيل .

٢ - التسمم النباتى من المبيدات :

التسمم النباتى يعنى الضرر الذى يصل إلى حد الأتلاف للنباتات، بسبب تعرضها لتأثير بعض الكيماويات ومنها المبيدات، فقد يحدث هذا الضرر عندما تتعرض النباتات لشوارد المبيدات (خاصة مبيدات الحشائش) أو للأملاح أو للمخصبات أو غيرها من الكيماويات الأخرى، وأحياناً يكون الضرر على النباتات شديداً جداً يصل لحد التدمير الكامل للنباتات، مثل ما يحدث من مبيدات الحشائش، وفى أحيان أخرى يكون أقل من ذلك، كأن يكون نتيجة لتأثير جانبى أو نتيجة حادثة نتجت عن إستعمال خاطئ للمبيد، كمبيدات الفطريات أو الحشرات، ويمكن أن تظهر أعراض التسمم النباتى من المبيدات على أى جزء من النباتات مثل الجذور أو السيقان أو الأوراق أو الثمار، كما قد تظهر على النبات بكامله.

وتتوقف درجة التسمم النباتى من المبيدات على عدة عوامل، فبعض المواد الفعالة للمبيدات شديدة التأثير المتلف للنباتات، كما قد تؤدى بعض المواد المساعدة فى مستحضرات المبيدات مثل المذيب العضوى إلى التسمم النباتى، حيث تتباين النباتات فيما بينها من ناحية حساسيتها للمبيدات وللمذيبات العضوية، تبعاً لنوع النبات أو عمره أو الظروف الجوية المحيطة به عند تعرضه للتلوث من المستحضر.

كما أن طريقة تطبيق المبيد هى الأخرى لها دخل كبير فى حدوث التسمم النباتى من المبيدات، مثلاً الضغط الزائد المستعمل فى عملية الرش قد يؤذى النبات فيزيقياً، كما قد يؤدى إلى صغر قطرة الرش، فيخف وزنها ويسهل شرودها إلى نباتات حساسة، وأيضاً فان تركيز المبيد فى المحلول النهائى للرش له دور كبير فى إحداث التسمم النباتى لأن التركيز الزائد من المبيد فيه قد يؤدى إلى حدوث هذا التسمم، كما أن خلط المبيدات مع بعضها البعض قد يؤدى إلى إحداث التسمم النباتى، لأن عملية الخلط بين مبيدين أو أكثر قد يترتب عنها خليطاً ساماً جداً للنباتات، بسبب عدم توافق الخلط بينهما فى مثل هذه الأحوال .

٣- تدمير الحشرات النافعة :

يتعرض الكثير من الحشرات النافعة للهلاك بسبب المبيدات التى قد تتعرض لها، ومن هذه الحشرات النحل، بالاضافة إلى الحشرات الأخرى التى تساعد فى عمليات التلقيح فى أزهار النباتات، لأنه من المعروف أن قيام الحشرات فى المساعدة فى عمليات التلقيح فى بعض أنواع الخضروات والفاكهة، أمرأساسى وضرورى للحصول على إنتاج جيد من هذه المحاصيل.

وتقوم المبيدات كذلك بالقضاء على الكثير من الحشرات النافعة الأخرى مثل المفترسات والمتطفلات التى تتغذى على الآفات الحشرية، مما يتسبب عنه إحداث عدم توازن حيوى بين هذه المفترسات والمتطفلات وبين عوائلها من الآفات، الأمر الذى يترتب عنه غالباً حدوث فوران فى تعداد هذه الآفات بما يحوّل الإصابة بها إلى وباء، أو قد يترتب عنه ظهورآفة جديدة لم تكن فى الحسبان، بسبب القضاء على مفترساتها ومتطفلاتها التى كانت تعمل على تحجيم تعدادها وتضئيل أضرارها .

٤- المقاومة لفعل المبيدات :

من التأثيرات الجانبية الأكثر خطورة للمبيدات هو ظهور المقاومة لفعل المبيدات فى الآفات المختلفة، فقد وجد أن تكرار إستعمال مبيد معين مرات عديدة متتالية على مجموعة محددة من الآفات، من شأنه أن يؤدى إلى القضاء على أفراد هذه المجموعة الأكثر حساسية لفعل المبيد، مما يترتب عنه ظهور أجيال من هذه الآفات أقل إستجابة لتأثير هذا

المبيد، أو بمعنى آخر تقل حساسيتها لتأثير هذا المبيد أى تصبح مقاومة له، وهذا من شأنه ان يترتب عنه فشل مكافحة هذا النوع من الآفات بهذا النوع من المبيدات.

وظهور صفة المقاومة فى الآفات لفعل المبيدات، من شأنه ان يجعل مشكلة المكافحة مشكلة عسيرة الحل، بسبب انه يتم إستبعاد المبيدات التى تظهر الآفات مقاومة لتأثيراتها، وإحلال أخرى محلها تكون أكثر كفاءة وفاعلية فى مكافحة المجموعة من الآفات المقاومة، وهذا بحد ذاته قد يؤدى الى ان نصل الى زمن لا نجد فيه من المبيدات ما يؤثر على هذه الآفات، إلا أشدها إضراراً بالانسان وبالبيئة، وهذا الوضع من الخطورة بدرجة يلزم تحاشيه باستمرار وتجنب الوصول إليه.

ومن الآثار السيئة أيضاً لظهور المقاومة فى الآفات، هو فقدان المبيدات لفاعليتها ضد الآفات وصعوبة الأهتداء إلى وسيلة اخرى لمكافحة الآفات لها نفس كفاءة إستعمال المبيدات، علما بأنه ليس من المتيسر فى كثير من الحالات الوصول إلى مبيدات أخرى تحل محل تلك التى اكتسبت الآفات مقاومة ضدها، وحتى لو أمكن الوصول إليها فيكون ذلك بتكلفة عالية جداً وبعد فترات زمنية طويلة نسبياً، الأمر الذى قد يعرض المحاصيل للهلاك بفعل هذه الآفات ذات المقاومة العالية لفعل المبيدات، وقد تصل حدة مشكلة المقاومة فى الآفات لفعل المبيدات لدرجة أنه فى بعض الحالات قد يصعب زراعة محصول رئيسى فى منطقة ما بسبب تفشى ظاهرة المقاومة بدرجة كبيرة بين آفات هذا المحصول المتواجدة فى المنطقة.

٥- التلوث البيئى بالمبيدات:

التلوث البيئى بالمبيدات من اشد أنواع التلوث البيئى خطورة، ولهذا فإننا سنتناول هذا الموضوع من جهه تلوث كل عنصر من عناصر البيئة بها، و نبدأ أولاً بالكلام عن مسالك المبيدات إلى المكونات المختلفة للبيئة، ثم نتبعه - إن شاء الله تعالى - بالكلام عن تلوث كل من هذه المكونات بالمبيدات.

# مسالك المبيدات إلى البيئة

تدخل المبيدات الى البيئة من عدة مسالك، فقد يتم ذلك من خلال الهواء أو من خلال الماء أو الغذاء أو التربة، كما ينتج التلوث البيئى بالمبيدات غالبا من الأستعمال غير المنضبط لها، وأيضا نتيجة الحوادث التى قد تكون المبيدات داخله فيها، والسبب فى تعدد مسالك المبيدات الى البيئة هو تعدد مستحضرات المبيدات، وتعدد طرق التطبيق، وأيضا تعدد المواقع التى تتواجد فيها الآفات التى تستعمل المبيدات فى مكافحتها.

١ - المسلك الهوائى: تدخل المبيدات إلى الهواء بالرش المباشر لمحاليل الرش، أو باستعمال المستحضرات من المضببات أو المدخنات، أو باستعمال المبيدات الغازية المنضغطة فى اسطوانات كبيرة أو صغيرة، وقد تستمر المبيدات التى تصل إلى الوسط الهوائى فى الحيز الذى طبقت فيه، أو قد تنتشر لتغطى مساحات واسعة، ويعتمد ذلك على حجم حبيبات الرش، وعلى الكمية من المبيدات المرشوشة، وأيضا على سرعة تيارات الهواء، وعلى درجة حرارة الجو أثناء وبعد الرش، وعلى غيرها من العوامل ، وقد تنتقل المبيدات المرشوشة لمسافات بعيدة، إذا ما إلتصقت بحبيبات الغبار العالقة فى الجو، مما يعطى الفرصة إلى نقلها لأماكن أبعد كثيرا عن أماكن تطبيقها، ويمكن كذلك ان تختلط وهى على هذه الحبيبات الترابية مع كيماويات أخرى ناتجة عن العديد من مصادر التلوث الأخرى، منتجة كيماويات أخرى ثانوية تكون هى بنفسها أشد خطورة على الانسان وعلى البيئة من المبيدات الأصلية التى تكونت من شواردها، لهذا فمن الضرورى بذل أقصى عناية عند رش المبيدات فى الهواء، حيث يلزم الأهتمام تماما بأختيار الظروف الجوية المناسبة، وتحاشى إنجراف تيارات الرش بعيداً عن الهدف المراد معاملته، بسبب خطورة الشوارد على الانسان فى هذه الحالة بالأستنشاق المباشر أو الأمتصاص عن طريق الجلد أو عن طريق الفم .

٢- المسلك المائى : تدخل المبيدات إلى المياه السطحية من خلال غسيلها من على الأسطح المرشوشة عليها، كأسطح النباتات أو أسطح التربة أو غير ذلك، كما قد يتم حملها مع مياه المطر إذا ما تواجدت فى الجو أثناء هطوله، مما يجعلها تسقط على الأسطح المائية وعلى غيرها من الأسطح، وبعض المبيدات تتخلل التربة مع المياه المتخللة لها حتى تصل إلى المياه الجوفية، مع ملاحظة ان بعض المبيدات تحقن داخل التربة لمكافحة

الآفات التى تتواجد داخلها، فتحملها مياه الرى أو ماء المطر أو مع الثلوج الذائبة وتغسلها خلال طبقات التربة حتى تتجمع مع المياه الجوفية، وفى حالات كثيرة تصل المبيدات الى المياه السطحية بالتطبيق المباشر، عندما يتم مكافحة الآفة داخلها، كمكافحة يرقات البعوض فيها مثلاً أو مكافحة الحشائش المائية الطافية أو الغاطسة، ولهذا فإن العناية الفائقة والتحكم فى استعمال المبيدات فى مثل هذه الاغراض، وأيضاً فى تنظيم استعمال كميات المياه المتاحة، يصبح أمراً ضرورياً، ويلزم حينئذ دراسه البحيرات ومناطق تجمع المياه قبل الشروع فى التطبيق المباشر للمبيدات عليها لمكافحة البعوض مثلاً أو الحشائش المائية، وغالباً ما يترتب عن استعمال المبيدات فى هذه المسطحات المائية زيادة الضرر التى تسببه، ويجب كذلك أن ندرك أن المبيدات والمخصبات الزراعية التى قد تستعمل بإفراط فى الزراعات المختلفة تزيد من احتمال وصولها الى مناطق التجمعات المائية، حيث أن الكثير من هذه الكيماويات له القابلية ان ينتقل مع تيارات المياه المارة خلال الصرف السطحى مثلاً، أو حتى خلال أنابيب تجميع مياه الصرف لمياه الأمطار احياناً.

٣- المسلك الغذائى : تسبب المبيدات أحياناً كوارث عندما يتم تخزين أو نقل المبيدات مع المواد الغذائية أو الزراعية فى نفس المخزن أو نفس عربة النقل، ومن الأمور الأساسية جداً معرفة ان ذلك محظور تماماً، لأن احتمال كسر أو انسكاب لأى قدر من المبيدات وتلوث مواد التغذية بها قد يسبب كوارث تسمم جماعية لمن يستهلك مثل هذه المواد الغذائية، وعند معاملة المنتجات الزراعية أو المواد الغذائية بالمبيدات لمكافحة الآفات التى تهاجمها يلزم أن لا تترك متبقيات من المبيدات تتعدى الحد الأدنى للأمان MSF والذى تتراوح قيمته ما بين 0.1 وحتى 0.01 من جرعة أدنى تأثير NOEL وذلك كما سبق شرحة فى الفصل السابع بمشيئة الله تعالى.

٤ - مسلك المبيدات إلى التربة : قد تصل المبيدات إلى التربة إما بالرش المباشر أو الحقن فيها، أو قد تصل إليها مع مياه الرى الملوثة بها، أو مع مياه المطر التى تغسلها من الجو، أو تصل إليها عن طريق متبقيات النباتات التىعولجت بالمبيدات، أو عن غيرها من المسالك، ومن الواضح أن تلوث التربة الزراعية بالمبيدات قد يؤدى الى تلوث الهواء

حولها، عن طريق تناثر حبيبات التربة أو عن طريق التبادل الغازى بين التربة والهواء، كما قد يتسبب كذلك فى تلوث تجمعات المياه السطحية أو الجوفية بسبب إنسياب المياه من على سطح التربة إلى هذه التجمعات، ولتحاشى ذلك يلزم أن تكون الكيماويات التى تستعمل على التربة قليلة الخطورة على الانسان وعلى البيئة، وان تتحطم سريعاً داخل التربة إلى نواتج غير ضارة، ويجب كذلك تحاشى إستخدام الكيماويات الضارة التى تمتصها النباتات من التربة أو تلك الضارة بالانسان، تقليلاً لإنتقال التلوث بين الأوساط البيئية المختلفة.

## تلوث المياه بالمبيدات

منذ بدأ التوسع التطبيقى فى إستعمال المبيدات المحضرة معملياً، تزايد الأهتمام بكمية ونوعية المبيدات التى قد تصل الى المياه بعد ان تطبق على التربة، وتشتمل المبيدات التى تحظى بقدر وافر من الأهتمام فى هذا المجال على كل المبيدات الحشرية والفطرية والحشائشية ومبيدات القوارض والحلم والنيماتودا، وبعض هذه المبيدات غير عضوية تماما فى طبيعتها، وتحتوى على عناصر مثل الزرنيخ أو الفلور، كما أن بعضها مبيدات من أصل نباتى مثل البيرثرنز وبصل العنصل الأحمر، إلا ان غالبيتها مبيدات عضوية مصنعة معملياً من مجموعات كيماوية متباينة.

وأحياناً قد يتم تطبيق هذه المبيدات مباشرة على سطح الماء لمكافحة الأطوار المائية من الحشرات، أو لمكافحة الحشائش المائية، أو لقتل بعض أنواع الأسماك التى تفترس وتقضى على أسماك نعمل على تنميتها وازدهارها، وقد تصل المبيدات إلى البيئات المائية من خلال الصرف الصناعى من المصانع التى تعمل فى هذه الأنواع من الكيماويات، أو من خلال الصرف الزراعى للمناطق الزراعية المعالجه بالمبيدات، أو حتى من خلال الصرف الصحى؛ كما قد تصل إليها بالسريان السطحى من المناطق الزراعية والغابات المعاملة بها.

والمشاكل المرتبطة بالمبيدات والمياه تشمل ذوبان المبيدات فى الماء وبقاءها فيه، اعتمادا على كثير من العوامل التى منها درجة حرارة المياه وحركتها، والخصائص الفيزيقية لمستحضرات المبيدات التى وصلت إليها، وكذلك على المواد الذائبة أو العالقة بها،

ويرجع التلوث فى احيان كثيرة إلى إستعمال كميات كبيرة من المبيدات فى الزراعة أو فى البيئات المختلفة.

ومن المشاكل التى يوجه إليها إهتمام خاص هى للمبيدات وللكيماويات التى تتصف بصفة البقاء الطويل فى البيئة، والتى يمكن أن يتسبب عنها السمية المزمنة، التى تحدث على فترات طويلة من التعرض لكميات ضئيله منها، وقد قامت كثير من الهيئات بوقف استخدام المبيدات التى تتصف بالبقاء لآماد طويلة فى البيئة مثل د د .ت . ومن الكيماويات التى تتصف بالبقاء الطويل فى البيئة المائية مسببة تلويثها هى مركبات ثنائيات الفينايل عديدات الكلور Poly Chlorinated Biphenyls التى تعرف اختصاراً باسم PCB's كما سبق ذكره، وفى الحقيقة فان هذا الأسم يطلق على خليط من المركبات ذات الدرجات المتفاوتة من عدد ذرات الكلور ومن المشابهات المختلفة، وتعامل كلها من وجهه النظر البيئيه على أنها مركب واحد، ولهذه المجموعة من المركبات إستعمالات تطبيقية شتى، فى صناعة الأحبار والبويات وفى محطات القوى الكهربائية وفى غيرها من الأستعمالات، ولبيان انتشاراستعمال هذه المجموعة من المركبات، نذكر أنه فى عام ١٩٧٤م تم تحضير ٤٠ مليون رطل من هذا السائل فى الولايات المتحدة الأمريكية، وتم إستيراد ٤٥٠ ألف رطل منه إليها فى نفس العام.

والـ PCB's عبارة عن سوائل بدرجات متفاوتة من اللزوجة عند درجات الحرارة العادية، كما أنها شحيحة الذوبان جداً فى الماء، إلا أنها تذوب فى المذيبات العضوية، لذا فانها تنتقل بسهولة من الوسط المائى الذى قد تتواجد فيه بقلة إلى الوسط الدهنى فى الأنسجة الحيوية للكائنات الحية، لتتخزن فيها بتركيزات عالية نسبياً، نتيجه ما يسمى بالتراكم الحيوى داخل هذه الأنسجة الحية، كما تدمص الـ PCB's بقوة على أسطح المواد الصلبة، وأيضاً على المواد والحبيبات العالقة فى الماء أو فى الهواء، و يتم إدمصاصها فى الأوساط المائية على أسطح الحبيبات الصلبة العالقة بها مما يساعد على إنتقالها معها، وتتراكم هذه المواد فى أماكن ترسب هذه الحبيبات العالقة عند مصبات الأنهار ووديان تجمع السيول، وعندها تتحرر هذه الجزيئات لتنتقل إلى الأسماك والأحياء البحرية الأخرى لتختزن داخل انسجتها الدهنية وتتراكم حيوياً داخلها، حيث يتضاعف تركيزها داخل هذه الأنسجة إلى عدة اضعاف، وبعد ذلك تبدأ فى الأنتقال داخل السلاسل الغذائية

إلى الانسان، وتؤثر الـ PCB's على البكتيريا والبلانكتون النباتى واللافقاريات المائية والأسماك، والـ PCB's بمعدلات تصل من ٣٠ - ٤٠ ج م م ppm تسبب الموت فى الطيور خلال بضعة أسابيع، ومن الدراسات على الحيوانات الثديية وجد أن القرود التى أعطيت جرعات من ١ حتى ٣٠٠ ج م م من الـ PCB's مع غذائها ماتت خلال شهرين إلى ثلاثه أشهر من بداية تغذيتها عليه، ووجد كذلك أن صغار القرود تحتوى أجسامها على معدلات من الـ PCB's فى أنسجتها الدهنية، بسبب انتقاله إليها مع ألبان الأمهات التى تعرضت له، ويتواجد فيها بمعدلات مرتفعه، ومعظم مشابهات الـ PCB's تقاوم عمليات الهدم الأيضى فى الكائنات أو الأنسجة الحية، كما أن زمن بقائها فى البيئة طويل، وقد أمكن إثبات تواجدها فى رسوبيات مائية غير هوائية يرجع تاريخها لمنتصف الأربعينيات من القرن العشرين .

وأهم صفات الـ PCB's هو التراكم الحيوى Bioconcentratien فى الكائنات المائية إلى مستويات أعلا بمراحل من مستوياتها فى الماء الذى تعيش فيه هذه الكائنات، ويرجع ذلك أساساً إلى الذائبيه العالية للـ PCB's فى الدهون، وقلة هذه الذائبية بدرجة كبيرة فى الماء، وقد حددت الوكالة الأمريكية لحماية البيئة EPA فى مواصفات المياه الصالحة للأستعمال الا يتجاوز تركيز الـ PCB's فيها عن واحد جزء لكل تريليون جزء من الماء ( أى 0.001 ميكروجرام / لتر) وقد صدر هذا القانون بتاريخ ٢٣ يوليو ١٩٧٦م ويسود الأعتقاد أن الـ PCB's تسبب سمية مزمنة فى الكائنات الحية بتركيزات ضئيلة جداً منها، ومن الصعب تحديد تركيز منها (أعلا من الصفر) نعتبره الحد الأدنى للأمان MSF لهذه المركبات، ويرجع السبب فى ذلك أن الانسان يتعرض لهذه المركبات لفترات طويلة تبدأ حتى قبل أن يولد، أى وهو ما يزال جنيناً، كما تحتفظ أنسجه الجسم الانسانى بالـ PCB's بكفاءة أعلا بكثير من أنسجة حيوانات التجارب، وبالتالى تتعرض أعضاؤه الحساسة لها بدرجة أكبر، وفى مقدور الأطفال الذين يتغذون على ألبان الأمهات هضم كمية منها أكبر بمقدار ٣٠ إلى ٤٠ ضعف (على أساس وزن الجسم) من قدرة الأمهات عاى ذلك، وهناك إحتمال تواجد تأثير تنشيطى فى الفاعلية والتأثير بين الأدوية التى يتعاطاها الانسان والملوثات الاخرى مثل الـ PCB's، ولوحظ كذلك أن الـ PCB's يمكن أن تسبب السرطان فى فيران التجارب.

وحوادث التسمم الناتجة عن التلوث بالمبيدات شائعة الحدوث فى كل المجتمعات التى تستعمل المبيدات، ومن أشهرها حادثة التلوث بالمبيد كيبون Kepone فى مدينة Hopewell وضواحيها فى ولاية فرجينيا بأمريكا، و قد ترتب عن هذه الحادثة إنتشار دائرة التلوث بالمبيد فى كل المنطقة، بالأضافة إلى ٧٠ ضحية على الأقل من بينهم ٢٠ ضحية حدثت لهم إصابات يصعب علاجها، مثل إنهيار وظائف المخ والكبد والعقم وصعوبة النطق وفقد الذاكرة وجحوظ العينين، بالأضافة إلى أنه قد أكتشف أن الكيبون يسبب السرطان فى حيوانات التجارب، واكتشف وجوده كذلك بمعدلات عالية فى المحاريات والأحياء البحريه الأخرى على إمتداد نهر جيمس وحتى بعد ٦٠ ميلاً من المدينة، وهناك الكثير من الحوادث المماثلة على مستوى العالم .

ولا يقتصر ضرر تلوث المياه بالمبيدات على الانسان فقط، بل يمتد ليشمل كافة الأحياء البحرية المتواجده فيها، إذ من المعروف أن الأسماك وغيرها من المحاريات شديدة الحساسية وعالية التسمم من قسم كبير من المبيدات الحشرية العضوية التى قد تصل إلى المسطحات المائية من عده مسالك، وهذه المسالك تمكن للعديد من الكيماويات الزراعية، خاصة الشديدة السمية منها، لان تصل إلى مجارى الأنهار والسيول والبحيرات وكافة المناطق البحرية، بطرق مختلفة ومن مصادر متنوعة.

## التلوث الغذائى بالمبيدات

من المؤكد أن الكيماويات الزراعية بأنواعها المختلفة، ومنها المبيدات، تلعب دوراً هاما وأساسياً فى تكثيف وزيادة الأنتاج الزراعى العالمى، وأيضاً فى حماية الانسان ضد كثير من الأمراض التى تنتقل إليه بواسطة العديد من الحشرات ذات الأهمية الطبية، إلا أن الأستعمال غير الواعى وغير السليم لهذه الكيماويات قد يعمل على الأضرار بالانسان نفسه، فقد تؤثر المبيدات على صحة الانسان تأثيراً مباشراً بنفسها، إذا ما وصلت إلى داخل جسمه ضمن مواد التغذية أو المشروبات التى يتناولها، أو بأى طريقة أخرى، كما قد تؤثر عليه هذه الكيماويات بطريقه غير مباشره بتأثيرها الضار على بيئة الانسان أو على ما يحيط به.

ومن أهم المسالك التى تصل بها المبيدات إلى داخل جسم الانسان هو عن طريق تلوث مواد التغذية بها، فالانسان يستهلك صوراً مختلفة من مواد التغذية، تشمل الخضروات الطازجة والفاكهة الطازجة والمجففة، وكذلك الحبوب واللحوم والألبان ومنتجاتها، والأسماك والمعلبات والزيوت والعصائر الطبيعية وغيرها، وقد تتعرض جميع هذه المواد الغذائية للتلوث بالمبيدات فى مرحلة أو أكثر من مراحل إنتاجها أو تجهيزها أو تخزينها، مما قد تضر بالانسان ضرراً مباشراً .

ويتغذى الانسان كذلك على منتجات حيوانية من لحوم ودواجن وخلافه، والتى قد تكون هى الأخرى ملوثة نتيجة سابق تغذية الحيوان نفسه على مواد غذائية ملوثة بالمبيدات، مما قد يجعل هذه المنتجات الغذائية ملوثة بمستويات غير مقبولة من المبيدات، وعن هذا الطريق تصل المبيدات إلى داخل جسم الإنسان.

وتؤثر المبيدات تأثيراً مباشراً على صحة الانسان بنفسها أو بعد تحولها إلى مواد أخرى هى الأخرى سامة للأنسان، أو قد يرجع تأثيرها على الانسان نتيجة شوائب قد تكون مصاحبة للمبيدات فى مستحضراتها، وقد تتراكم المبيدات داخل جسم الانسان حتى يصل تركيزها داخله إلى الحد الذى يحدث ضرراً أكيداً بصحته، أو قد تصل إلى ألبان الأمهات، وبالتالى تصل إلى الأطفال الرضع الذين يكونون على درجة عالية جدا من الحساسية إلى تركيزات ضئيلة منها.

١- **تلوث مواد التغذية الطازجة بالمبيدات:** تشتمل مواد التغذية الطازجة التى يستهلكها الانسان على الخضروات الطازجة، والفواكه والعصائر، ومن الخضروات الطازجة ما يستهلكه الانسان مباشرة بدون طبخ أو تسوية على النار كالخس والجرجير وغيرها، ومنها ما يتم تسويته وطبخه، كما أن الفاكهة الطازجة منها ما له قشرة سميكة يتم التخلص منها قبل استهلاكه مثل البرتقال والرمان، ومنها ما له قشرة رقيقة مثل التفاح والعنب والبرقوق والمشمش والخوخ وغيرها.

قد تتلوث جميع هذه المنتجات الزراعية بالمبيدات بطرق مختلفة، فمنها ما يتلوث بها بالرش أو التعفير المباشر، ويتم ذلك بأن يعمد المزارع إلى رش هذه المنتجات قبل الحصاد أو القطف بفترة وجيزة وقبل انقضاء فترة الحظر وذلك ليحميها من هجوم

الحشرات والآفات الزراعية الأخرى، وقد يستعمل المزارع فى ذلك مبيدات ذات أثر باق طويل حتى يستمر مفعولها لأطول فترة ممكنة، وهنا تستمر متبقيات من هذه المبيدات على المنتجات الزراعية الطازجة حتى الفترة التى يبدأ الانسان فى استهلاكها، وحيث أن الغسيل العادى بالماء لهذه المنتجات لا يزيل كل كمية متبقيات المبيدات المتواجدة عليها، فإن الانسان يشرع فى استهلاكها وبها كميات من هذه المبيدات، وفى أحيان كثيرة تكون المبيدات المستعملة على هذه المنتجات الطازجة من النوع الجهازى الذى يسرى إلى داخل عصارة النبات، أو إلى داخل الثمرة (أى مبيدات جهازية)، وبديهى جداً فإن هذا النوع من المبيدات الذى تتواجد متبقياته داخلياً فى النبات لا يمكن إزالتها بالغسيل السطحى لهذه النباتات أو الثمار.

وقد تكون التربة التى يتم استزراعها بهذه المنتجات الزراعية قد سبق معاملتها بالمبيدات، أو قد تكون ملوثه بها أصلاً، الأمر الذى يجعل النباتات التى تستزرع فيها تمتص قدراً من المبيدات من هذه التربة لتبقى داخل النباتات لحين جنيها وطرحها للاستهلاك الآدمى .

ومن المعروف أن معظم المبيدات المستخدمة فى مكافحة الآفات من النوع العضوى الذى لا يذوب فى الماء بكثرة، وبالتالى لا يسهل غسيله بالماء، ويتواجد غالباً داخل الأنسجة النباتية التى يقبل الانسان على استهلاكها، وتزداد خطورة التلوث بالمبيدات كذلك فى حالة الخضروات الطازجة التى يستهلكها الانسان مباشرة بدون طبخ أو تسوية، وأيضاً فى حالة الفاكهة الملوثة ذات القشرة الرقيقة كالعنب والتفاح وغيرها، حيث لا تتعرض متبقيات المبيدات عليها لدرجات حراره عالية أو لإزالة القشرة منها كما فى حالة البرتقال.

ومن المعروف كذلك أن المبيدات بأنواعها المختلفة، لها تأثيرات ضارة بصحة الانسان إذا ما وجدت طريقها إلى داخل جسمه، ولهذا فقد وضعت الهيئات العالمية المهتمة بمكافحة التلوث بالمبيدات حدوداً لكميات متبقيات المبيدات لا يجب أن يتعداها ما يدخل إلى جسم الانسان من أى منها، ويطلق على هذا المستوى من كمية المبيدات إسم (الحد

اليومى المسموح دخوله إلى جسم الانسان "Acceptable Daily Intake ; "ADI )، وقد تم تحديد هذا القدر لكل مبيد، ولا يسمح بتجاوزه حتى نحمى المستهلك لهذه المنتجات .

ويجب أن لا يغيب عن الذهن ان تأثير المبيدات على الانسان، قد تظهر اعراضه بعد تناول المنتج الغذائى الملوث مباشرة، كما قد تظهر هذه الأعراض بعد تناولها بمدة تطول أو تقصر حسب طبيعة هذا المبيد الذى دخل جسم الانسان، ولهذا يجب ان نلاحظ ان هذا التأثير قد يظهر بعد أن تتجمع داخل جسم الانسان كمية من المبيدات تكفى لأظهار أعراض تأثيرها عليه .

وحتى نتحاشى أثار وأضرار التلوث بالمبيدات لمواد التغذية الطازجة، يلزم الا يسمح إلا باستعمال أنواع محددة من المبيدات الأقل سمية للانسان والحيوان، ولا يسمح باستخدام المبيدات ذات الأثر الباقى الطويلlong residual، خاصة فى حالة المنتجات الغذائية الطازجة، وأن يقتصر استعمال المبيدات الأكثر اماناً والأقل بقاءً فى البيئة فقط، ويجب أن يراعى عدم جمع المنتجات الزراعية إلا بعد آخر معاملة بالمبيد بفترة تكفى لأن تتضاءل بقاياه على أو داخل المنتجات الغذائية الى ادنى حد ممكن، مع تحاشى اللجوء إلى استعمال مثل هذه المبيدات على هذه المنتجات قبل جنيها او قطفها إلا للضرورة القصوى و بفترة طويلة.

ويجب كذلك أن تكون هناك جهة أو جهات مسئولة عن تحديد وقياس مستوى التلوث بالمبيدات فى هذه المنتجات، مع رفض وإعدام المنتجات التى يزيد مستوى التلوث فيها عن الحدود المسموح به، ولا يجب ان يغيب عن الذهن أن الغسيل الجيد والتنظيف والتقشير للمنتجات الغذائية الطازجة أساسى وضرورى للتخلص من جزء لا بأس به من المبيدات التى قد تكون عالقة على السطح الخارجى لهذه المنتجات.

٢- تلوث مواد التغذية الجافة ونصف الجافة بالمبيدات : يقصد بالمنتجات الجافة ونصف الجافة هنا الحبوب المخزونة مثل القمح والشعير والفول والبقوليات والنقل بأنواعه وغيرها، وكذلك الفواكه المجففة مثل التمور والزبيب، وأيضاً اللحوم ومنتجات الألبان والآفات التى تهاجم هذه المنتجات غالبا ماتكون بعض أنواع الحشرات والحلم، وكذلك

بعض انواع القوارض كالفيران وايضا الطيور فى حالة التخزين المكشوف ، ونظراً لأن المواد المخزونة لا تعوض الفقد الناتج عن مهاجمة الأفات لها، بعكس النباتات النامية التى قد تستطيع تعويضه جزئياً أو كليا، ولهذا فان فقد أى كمية من هذه المنتجات بواسطة هجوم الأفات يمثل فاقدا فيها لايمكن تعويضه، وعلى الرغم من أن إجراء عمليات المكافحة فيها يوقف استمرار الفقد منها، الا إنه لا يؤدى إلى تعويض ما تم فقده منها فعلاً، ولهذا تجرى المكافحة فى هذه الاحوال بهدف منع الأصابة أصلاً، وأساس هذا المنع أو وقف هجوم الأفات هو تنفيذ إجرءات الوقاية التى تبدأ بالنظافة العامة لأماكن التخزين والماكينات المستعملة فى الشحن والتفريغ والشاحنات وآلات التجهيز لمواد التغذية، حيث يجب ان تخلو تماما كل هذه المرافق من الاصابة قبل التخزين، وأن تخلو تماماً تلك الأماكن من تراكم بقايا من مواد تغذية سابقة، قد تكون عائلة للاصابة بالأفات المختلفة، ولهذا يجب أن تكون هذه المرافق مجهزة بطريقة يسهل معها تنظيفها، وأن تكون محكمة ضد هجوم الفيران والطيور، وعموما لا تكفى النظافة وحدها فى غالبية الأحوال لأداء هذه المهمة، ويصبح من الضرورى إستعمال المبيدات الحشرية بالملامسة أو الغازية لمنع إنتشار الأصابات الحشرية التى قد تكون كامنة فيها.

وقد يكون لازما عند تجهيز هذه المواقع، إستعمال مبيدات للقضاء على أفات، قد تكون عدواها قد حدثت سابقا، أو قد تكون هذه العدوى متوقعة الحدوث لاحقاً، ويجب ألا يغيب عن الذهن أن إستعمال المبيدات على أو قريباً من مواد التغذية فى معظم الدول يخضع لنظم واحتياطات صارمة، حماية للصحة العامة من أضرارها، وأيضاً حماية للكائنات الحية الأخرى.

وقد يؤدى معاملة الحبوب المخزونة والنواتج الزراعية الأخرى فى المخازن بالمبيدات إلى تضخيم مشكلة التلوث بها، حيث تتفاوت المبيدات المستعملة لهذا الغرض تفاوتا كبيراً من ناحية الثبات الكيماوى، فبعضها يبقى فعالاً لأسابيع قليلة، بينما البعض الآخر قد يستمر فعالاً لفترات أطول من ذلك كثيراً، كما أن البعض منها قد لايبقى موجوداً مع هذه المواد لأكثر من ساعات بعد تهوية الحيز الذى تمت فيه المعاملة بالمبيدات التى على صورة غازات، هذا بالاضافة إلى أن تطبيق المبيدات على المنتجات الزراعية المخزونة قد لايكون تام التجانس، بسبب تراكم المبيدات فى بقع محدودة فى مثل هذه الحالات،

ويقل تراكمها فى بقع أخرى، ويحدث كذلك فى بعض الحالات أن ينتقل قدراً من متبقيات هذه المبيدات من على السطح المعامل للمنتج المخزون إلى الأنسجة والطبقات الداخلية له، ويعتمد ذلك الأختراق إلى داخلها على عوامل كثيرة، منها ما هو متعلق بالمبيدات المستعملة ومنها ما هو متعلق بالمنتجات المعاملة أو بطريقة الأستعمال، ويحدث فى أحيان كثيرة إعادة توزيع للمتبقيات السطحية للمبيدات على كامل السطوح المعرضة، وأحيانا أخرى فإن عمليات التجهيز لهذه المنتجات (كالحبوب) التى تشتمل الطحن والنخل وإزالة القصرة والجنين وغيرها، قد تعمل على زيادة تركيز متبقيات المبيدات فى أحد مكونات الناتج كالنخالة أو الدقيق أو غيرها، وعلى هذا فإنه يفضل بأستمرار بعد عمل إحتياطات النظافة والتنظيف لموقع التخزين وملحقاته - السابق الأشاره إليها - إستعمال المبيدات الحشرية التى على صورة غازية (المبخرات) حيث أنها مبيدات بالملامسة تسرى فى هواء الحيز فى صورة غاز وتتخلل المواد المخزونة لتقتل الحشرات المختلفة، وبعد ذلك يسهل التخلص منها ومن بقاياها بعد أن تؤدى وظيفتها .

أما إستعمال المبيدات ذات الأثر الباقى الطويل فى الحبوب المخزونة فيؤدى غالبا إلى تلويثها بها ووصول هذه المبيدات إلى داخل جسم للانسان مع ما يستهلكه من هذه المواد، كما قد يحدث التلوث بتغذية الحيوانات أو الطيور على علائق تحتوى نسبة عالية من بعض هذه المبيدات ذات الأثر الباقى الطويل، مما يعطى الفرصة لهذه المبيدات أن تتراكم بنفسها أو فى صورة نواتج أيض سامة لها، فى دهون هذه الحيوانات أو الطيور لتصل فى نهاية الامر إلى داخل جسم الانسان باستهلاكه لهذه الحيوانات أو الطيور، أو باستهلاكه لأحد منتجاتها كاللبن أو البيض، هذا إذا لم تتأثر هذه الحيوانات والطيور تأثيراً مباشراً من المبيدات الملوثة لغذائها أو من هذا التلوث .

وتلوث منتجات الألبان بالمبيدات، كنتيجة لتلوث العلائق التى تتغذى عليها الحيوانات بها، مشكلة ذات أبعاد خطيرة، وحظيت بأهتمام بالغ من معظم الهيئات المهتمة بصحة البيئة وصحة الانسان، بسبب أن هذه الألبان تشكل جانبا رئيسيا فى اغذية الأطفال، والأطفال عموماً شديدى الحساسية لتأثيرات المبيدات المختلفة.

ولا يجب أن يغيب عن الذهن، أن إستعمال منتجات زراعية ملوثة بالمبيدات، فى تجهيز منتجات غذائية، كأدخالها فى عمل المربات، أو تعليبها فى صورة محاليل مختلفة، أو تجميدها بالتبريد، لايقلل من خطورة هذا التلوث، بل يعمل فى بعض الحالات على المحافظة على التلوث بالمبيدات لفترات طويلة .

كما أن إستعمال المبخرات السابق الإشارة إليها قد لا يصلح مع كثير من منتجات الألبان، حيث أن تبخير هذه المنتجات غالباً ما يعمل على تغيير خواص الطعم والرائحة لها، فتصبح غير مقبولة من المستهلك، أو قد تعمل هذه المنتجات على الأحتفاظ بكميات من الغاز الذى تم تبخيرها به ذائباً فى مكونها الدهنى، مما يعنى تلوثها بالمبيدات المستعملة فى التبخير، وعدم صلاحيتها للأستهلاك الأدمى .

ويجب ألا يغيب عن الذهن كذلك، أن هناك حوادث قد يترتب عنها تلوث بعض المخزونات الغذائية بالمبيدات، والأمثلة على ذلك كثيرة، منها ظهور حالات تلوث لحوم بمبيدات حشرية من مجموعة الهيدروكربونات المهلجنة زادت معدلاتها كثيراً عن الحد المسموح به، كانت مصدره من بعض دول أمريكا الوسطى، مما أدى إلى رفض هذه الرسائل، وحادثة تلوث القمح والدقيق بمبيدات تم نقلها سوياً على باخرة واحدة كانت متجهة إلى مصر خلال شهر يوليو ١٩٦٠م .

كما يجب أن يراعى أن وضع عبوات المبيدات المنزلية، سواء كانت حشرية أو للقوارض، مع أو بجوار مواد التغذية المختلفة، خاصة الدهنية منها، كما يحدث فى بعض محلات بيع المواد التموينية والأسواق المركزية، قد يؤدى إلى حدوث التلوث بها.

ولكل هذا فمن الواجب أن تتسلح الهيئات المسئولة عن منع حدوث التلوث، بالقدر الكافى من اليقظة والمعرفة، حتى يمكن تدارك أى تلوث يمكن أن يحدث، وأن تضع التعميمات والتعليمات المختلفة لتلافى واكتشاف أى درجة من درجات التلوث الذى قد يحدث نتيجة حادثة، وأيضا الحرص الكامل فى السماح لمنتجات غذائية يمكن أن يحدث معها إحتمال تجاوز الحدود اليومية من المبيدات المسموح دخولها جسم الانسان ADI، وبالإضافة إلى ما سبق ذكره من إتباع شروط النظافة والتنظيف لأماكن التخزين

للمنتجات الغذائية أو لصلاحية المنتجات الزراعية للتجهيز والتعبئة، فهناك طرق أخرى غير كيماوية لمكافحة الحشرات والحلم على المنتجات التى يتم وضعها فى المخازن، ومن هذه الطرق :-

أ - التبريد لدرجة أقل من ١٣ ° م، وتستعمل فى بعض الأنواع من مواد التغذية المخزونة مثل الفواكة المجففة وأنواع النقل، وتستعمل كذلك أحياناً فى عدد محدود من أنواع الحبوب.

ب - التعقيم بالأشعاعات المؤينه (١٦٠٠ راد ) مثل أشعة جاما الناتجة من نظير الكوبلت ٦٠ أو بواسطة الألكترونات الناتجة من معجل الكترونى.

ج - الحفظ فى أقبية وصوامع محكمة الغلق تحت الأرض، أو صوامع معدنية، أو من الخرسانه المسلحة محكمة الغلق، هذا النوع من الحفظ له كفاءة عالية، نظراً لأن الحبوب المخزونة الجافة( التى تقل رطوبتها النسبية عن ١٤٪) تموت إصاباتها الحشرية بخفض نسبة الأكسجين فى حيز المخزن المغلق عن ٢ ٪، وفى هذه الحالة يتم ملئ الحيز فى هذه المخازن، بعد إتمام التخزين، بثانى أكسيد الكربون أو بالنيتروجين، للأسراع فى تقليل نسبة الأكسجين فيه.

٣ - تلوث مواد التغذية المعلبة بالمبيدات : تشتمل المواد المعلبة على الأسماك واللحوم ومعلبات الخضروات نصف المطبوخة والمملحة والمجمدة، وكذلك معلبات الزيوت والدهون، ومن المعروف أن كثيراً جداً من المبيدات ذات خطورة عالية جداً على حياة الأحياء المائية عموماً، وعلى الأسماك على وجه الخصوص، إذا تلوثت بها بيئاتها المائية، نتيجة التخلص من نفايات المصانع الكيماوية، وبخاصة مصانع المبيدات، فى المسطحات المائية، أو نتيجة حادثة ينشأ عنها تلوث هذه المياه بالمبيدات، وهناك أيضا أصناف محدده من المبيدات، مثل مركبات الزئبق والهيدروكربونات المكلورة، تستطيع الأسماك والعديد من الكائنات البحرية أن تختزنها داخل أجسامها بتركيزات أعلا بكثير من التركيزات منها الموجودة فى البيئة المائية المحيطة التى تعيش فيها هذه الأسماك، وهذا مصدر مهم من مصادر تلوث الأسماك الطازجة أو المعلبة بها، كما أن المعاملة غير المستنيرة

بالمبيدات للمنتجات النباتية التى يتم حفظها بالتبريد أو بالتعليب أو بالتمليح تشكل هى الأخرى مصدراً من مصادر التلوث لهذه المعلبات بالمبيدات .

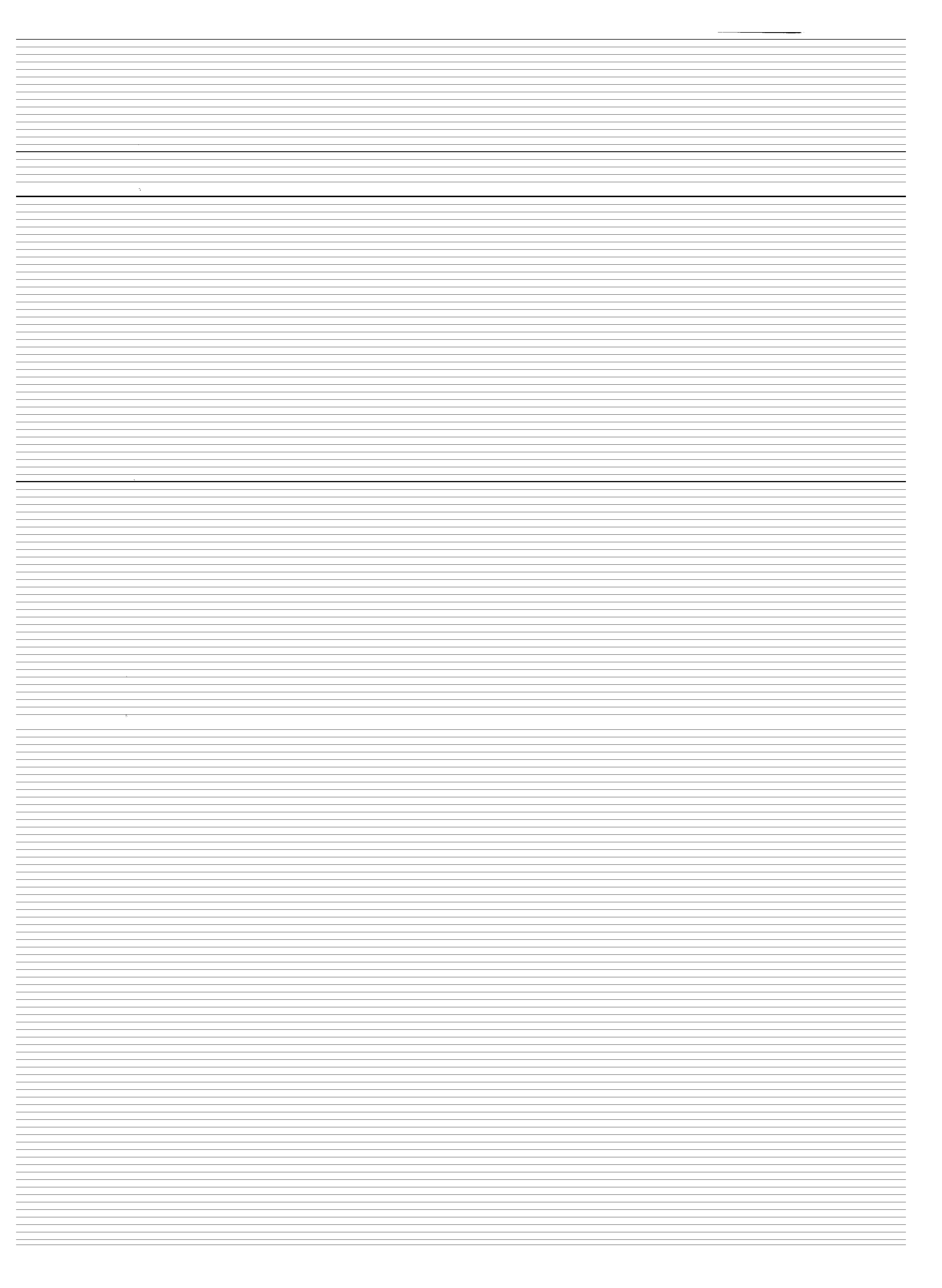
وبالإضافة إلى ما ذكر، فإن إستخراج الزيوت النباتية (بالأستخلاص أو بالعصير) من منتجات نباتية ترتفع فيها نسبة التلوث بالمبيدات، ينتج عنه زيوتاً نباتية ملوثة بها، خاصة إذا علمنا أن الغالبية العظمى من المبيدات العضوية تذوب فى الزيوت والدهون اكثر من ذوبانها فى الماء، الأمر الذى يجعلها تتواجد فى المحتوى الزيتى لهذه النباتات بتركيز أعلا من معدلها فى باقى اجزاء النبات، ويحدث هذا مع بعض المبيدات التى يمكن أن يظهر لها متبقيات كما فى زيت فول الصويا وزيت الذرة وزيت الخس وغيرها، ويترتب عن ذلك أن تتراكم متبقيات هذه المبيدات بمعدلات ضارة ذائبة فى الزيوت النباتية، المستخلصة من نباتات ملوثة بها، ويمكن أن ينتقل التلوث إلى كل المنتجات التى تصنع من هذه الزيوت الملوثة، وهذا بدوره يشكل مصدراً من مصادر التلوث بالمبيدات لمواد التغذية .

هذا وبالاضافة إلى كل ذلك فإن إستخراج السمن والزبد والجبن من ألبان تحتوى درجات من التلوث بالمبيدات، سواء كان ذلك نتيجة حادثة تلوث، أو نتيجة لتغذية الحيوان المنتج للألبان على عليقة بها نسبة عالية من التلوث بالمبيدات، أو بمعاملة الحيوان نفسه بالمبيدات لمكافحة الحشرات المتطفلة عليه، يشكل هو الأخر مصدراً من مصادر التلوث بالمبيدات .

ولتحاشى هذا النوع من التلوث، يلزم بإستمرار إستعمال منتجات نباتية وحيوانية غير ملوثة، ولا يتأتى ذلك إلا بتنفيذ برنامج صارم لترشيد إستخدام المبيدات والمداومة على قياس معدلات التلوث بها أو بنواتج تحطمها، أو بالشوائب التى قد تكون مصاحبة لها، فى كل مراحل إنتاج المنتجات الزراعية والحيوانية التى تدخل مراحل التجهيز أو التصنيع أو التعليب أو الحفظ بأنواعه، مع العمل بإستمرار على إستيراد هذه المنتجات الغذائية من مصادر موثوقة بإلتزامها بمواصفات السلامة وترشيد إستخدام المبيدات بالاضافة الى قياس مستويات التلوث بالمبيدات فيها قبل طرحها للاستهلاك.

٤ – الخلاصة : لايخفى على أحد مدى الضرر للصحة العامة وصحة البيئة الذى يترتب عن التلوث بالمبيدات للمنتجات الغذائية، سواء تلك التى يستهلكها الانسان او التى يستهلكها الحيوان، لأنها تشكل طريقاً مباشراً (او غير مباشر) لوصول هذه المبيدات إلى داخل جسم الانسان، مما يعطيها الفرصة لأن تؤثر تأثيراً سيئاً على صحته ورفاهيته.

وهناك ايضا تأثيرات اخرى جانبية تنتج من التلوث بالمبيدات للمنتجات الزراعية والغذائية المختلفة، إضافة إلى ما سبق ذكره، منها أن متبقيات المبيدات تعمل فى أحيان كثيرة على تغيير خصائص الطعم والرائحة للكثير من المواد الغذائية والمشروبات المختلفة، خاصة فى حالة الخضروات والفاكهة التى تستهلك طازجة، حتى بعد غسلها الجيد بالماء، لأن الغسيل فى مثل هذه الأحوال غير فعال تماماً فى إزالة التلوث بالمبيدات العضوية التى تكون غالباً ذائبة فى الطبقة الشمعية الخارجية المحيطة بالمنتج الغض، او تكون ملتصقة بشدة بالأسطح الخارجية لها، ويلزم بإستمرار تقدير المتبقيات من المبيدات فى جميع المنتجات الغذائية التى تطرح للاستهلاك الأدمى فى الأسواق حتى يمكن إستبعاد الملوث منها قبل وصوله إلى يد المستهلك .



# الفصل التاسع

# التعرض للمبيدات والإسعافات الأولية

* مقدمة * التعرض للمبيدات وطرق تحاشيه
* الإسعافات الأولية لحوادث التسمم بالمبيدات

## مقدمة

بعد أن إنتشر استخدام المبيدات فى مكافحة الأفات الزراعية والأفات ذات الأهمية الطبية والبيطرية، أصبح التعرض المباشر لها أو لمتبقياتها أمرا واردا، وقد يتم التعرض للمبيدات إما عمدا لمن يعملون فى مجال تطبيق المبيدات والعاملين فى المجال الزراعى عموما، كما قد يتم التعرض لها بطريقةعفوية لمن يتواجدون فى دائرة حوادث انسكاب و تناثر المبيدات اثناء عمليات النقل والتخزين، وهذا الفصل موجه إلى استعراض الطرق التى تتسرب بها المبيدات الى داخل جسم الانسان، بالاضافة الى الإسعافات الاولية لحوادث التسمم بالمبيدات، والتى يمكن تقديمها على وجه السرعة للمصابين فى هذه الحوادث.

## التعرض للمبيدات وطرق تحاشيه

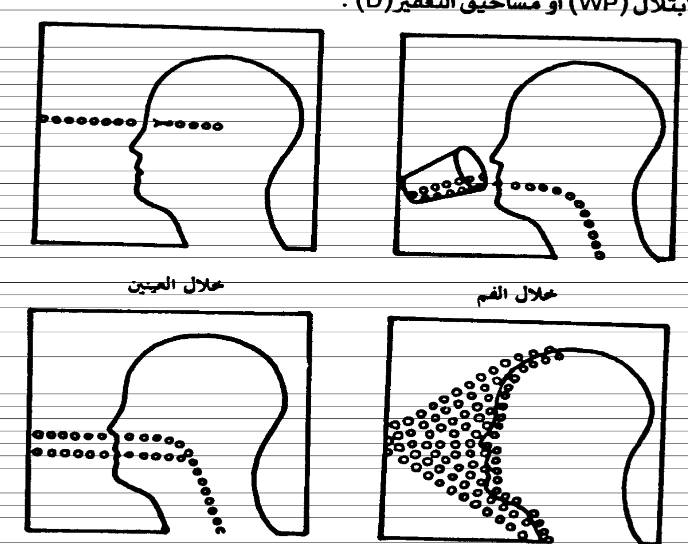
هناك أربعه طرق عامة يمكن لأى مادة سامة ان تتسرب عن طريقها إلى داخل جسم الأنسان، فقد يكون تسربها من خلال الجلد، أو من خلال الفم، أو من خلال الجهاز التنفسى، أو من خلال العينين، وذلك كما هو واضح من شكل (١٠) .

١ - **النفاذية من خلال الجلد :** تعتبر النفاذية من خلال الجلد أكثر الطرق شيوعا لتسرب المبيدات إلى داخل أجسام الأشخاص الذين يتعرضون لها، ويحدث ذلك عند تعرض جلد الأنسان Dermal Exposure للمبيد، كنتيجة لحدوث طرطشة أو تناثر او إنسكاب او شرود Drift لمحاليل المبيدات أو مستحضراتها، عند الخلط أو المعايرة أو التحميل أو التفريغ للمبيدات نفسها أو للعبوات التى تحويها، ويمكن أن تنفذ المبيدات خلال الجلد

ايضا نتيجة التعرض لمدد طويلة للمتبقيات من المبيدات التى تتواجد على الأسطح أو الأجسام المرشوشة .

ويتوقف مدى تسرب أو نفاذية المبيد من خلال الجلد على عدد من العوامل، منها التأثير السام الذى يظهر على المنطقة من الجلد التى سقط عليها المبيد، والتى يعبر عنها غالبا بالسمية الذى يحدثها المبيد للجلد Dermal Toxicity، ويتوقف كذلك على زمن اوعلى المدى الزمنى لتعرض الجلد للمبيد، ويتوقف أيضا على شكل المستحضر من المبيد الذى لامس الجلد، وكذلك على المنطقة من الجسم الذى حدث لها تلوث بالمبيد .

وعموما وجد ان المبيدات التى على صورة مستحضرات سائلة، مثل مركزات الاستحلاب (EC) المحتوية على تركيز عال من المبيد فى كمية قليلة نسبياً من مذيب عضوى أعلا بدرجة كبيرة فى نفاذيتها من خلال الجلد عن المستحضرات الصلبة، مثل مساحيق الإبتلال (WP) أو مساحيق التعفير (D) .




شكل (١٠) : المنافذ الأربعة لدخول المبيدات جسم الأنسان

كما أن هناك مناطق فى الجسم تكون نفاذية المبيد خلال الجلد فيها تتم بكميات اعلا كثيراً وبسرعة أكبر منه فى مناطق أخرى، وذلك مثل ما يحدث عند تعرض جلد كيس الصفن Scrotum للمبيدات، وعموماً فإنه عند حدوث تلوث بالمبيدات على أى منطقة من الجلد، فإن المرء لا يتوانى لحظة فى غسيل موضع التلوث فوراً، وبكميات وافرة من الماء والصابون، لأن كمية ما ينساب من المبيد خلال الجلد يتوقف على زمن التعرض كما سبق ذكره .

**٢- النفاذية من خلال الفم :** إذا حدث إبتلاع للمبيد - لا قدر الله - فغالباً ما يترتب عن ذلك حدوث ضرر شديد، قد يؤدى إلى الموت، ويحدث مثل ذلك فى حالات الإهمال الشديد فى التعامل مع المبيدات، أو تعمداً مثل حالة شخص يريد أن ينهى حياته بهذه الطريقه، أما الغالبية العظمى فى هذا النوع من التعرض فتحدث من نقل المبيدات من عبواتها الأصلية ووضعها فى عبوات أخرى ليس عليها بطاقة، أو وضعها فى عبوات خاصة بمأكولات أو مشروبات، مع العلم بأن مثل هذا التغيير فى عبوة المبيد غير قانونى، بسبب انه يترتب عنه أحياناً (خاصه فى الأطفال) تجرع المبيد الذى يوضع فى قوارير مشروبات يكون الأطفال قد شربوا مثلها سابقاً، أو قد يحدث من شرب مياه قد تم حفظها أو تبريدها فى أوعية خاصة بالمبيدات حتى لو تم تنظيفها منه جيدا، وذلك لأن مادة هذه الأوعية غالباً ما تكون مشبعة بالمبيد بدرجة لا يسهل تخليصها منه بالطرق المعروفة.

ولتقليل حدوث مثل هذا النوع من التعرض للمبيدات يلزم مراعاة ما يلى :-

١ - تخزن المبيدات دائماً فى عبواتها الأصلية التى عليها بطاقتها الخاصة بها .

٢ - لا يجوز مطلقاً اللجوء إلى النفخ بالفم لتسليك بشابير الرش، أو وصلات خراطيم رش المبيدات .

٣ - لا يجوز مطلقاً الأكل أو الشرب أو التدخين أثناء عملية الرش أو أثناء تطبيق المبيدات عموماً، أو أثناء التواجد فى المناطق المعاملة بالمبيدات، وأيضاً لا يجوز ممارسة الأكل أو الشرب قبل الإغتسال الكامل والجيد من أى آثار للمبيدات فى حالة القائمين بالتعامل مع المبيدات .

٤ يلزم تحاشى لمس الأدوات التى تستعمل فى عمليات تطبيق المبيدات والملوثة بها، ويدخل ضمن ذلك الآلات والملابس وما فى حكمها .

٥ لا يجوز دخول منطقة معاملة بالمبيدات قبل مرور وقت كاف يعرف بزمن الحظر، ويقصد به الوقت اللازم مروره من بداية الرش حتى وقت السماح بالدخول إلى هذه المنطقة .

٦ يلزم الأغتسال قبل دخول دورات المياه لقضاء الحاجة، منعاً لتعرض الجلد المغطى من الجسم للتلامس مع مناطق ملوثه بالمبيدات من الملابس أو غيرها .

٢- النفاذية من خلال الجهاز التنفسى : قد يحدث أحياناً استنشاق كمية من أبخرة المبيدات، تكفى لأحداث الضرر الشديد فى أغشية الأنف والحلق والرئتين، وبالتالى حدوث التسمم، وحيث أن الضرر الناتج عن دخول المبيد من خلال الجهاز التنفسى عادة ما يكون كبيراً جداً، بسبب السرعة العالية لامتصاص المبيد من خلال أنسجة الجهاز التنفسى، ووصولها بسرعة وبكميات كافية إلى موقع تأثير المبيد .

وتشكل أبخرة المبيدات، وأيضاً غبار المساحيق ذات الحبيبات الصغيرة جداً منها، أشد حالات التعرض للمبيدات خطورة من خلال الجهاز التنفسى، ولهذا فإن إستخدام آلات تطبيق للمبيدات تعطى قطيرات كبيرة الحجم نسبياً من محاليل رش المبيدات، يقلل - إلى حد ما - من خطورة التعرض للمبيدات عن طريق الجهاز التنفسى، وتتزايد هذه الخطورة بتزايد تركيز المبيد فى محلول الرش، وأيضاً بتزايد صغر حجم قطيرات الرش، لهذا يلزم باستمرار تزويد من يتعرضون لمثل هذه الحالات من التعرض بكمامات أو أغطية للأنف والفم منعاً من حدوث هذا النوع من التعرض .

٤- النفاذية من خلال العينين : من المعروف أن أنسجة العينين لها قدرة عالية على امتصاص المواد المختلفة، وقد ثبت أنه بالاضافة إلى أن المبيدات لها تأثير ضار جداً على العينين كأجهزة ابصار فإن أغشية العينين يمكن أن تمتص وتمرر كميات من المبيدات كافية لأحداث ضرر شديد بالصحة أو حتى لإحداث الموت، خاصة فى حالة المبيدات العصبية، ولهذا يلزم دائماً حماية العينين عند معايرة أو خلط المبيدات المركزة شديدة السمية، كما يلزم حمايتها كذلك كلما تواجدت فرصة ولو ضئيلة لوصول أى شئ من هذه

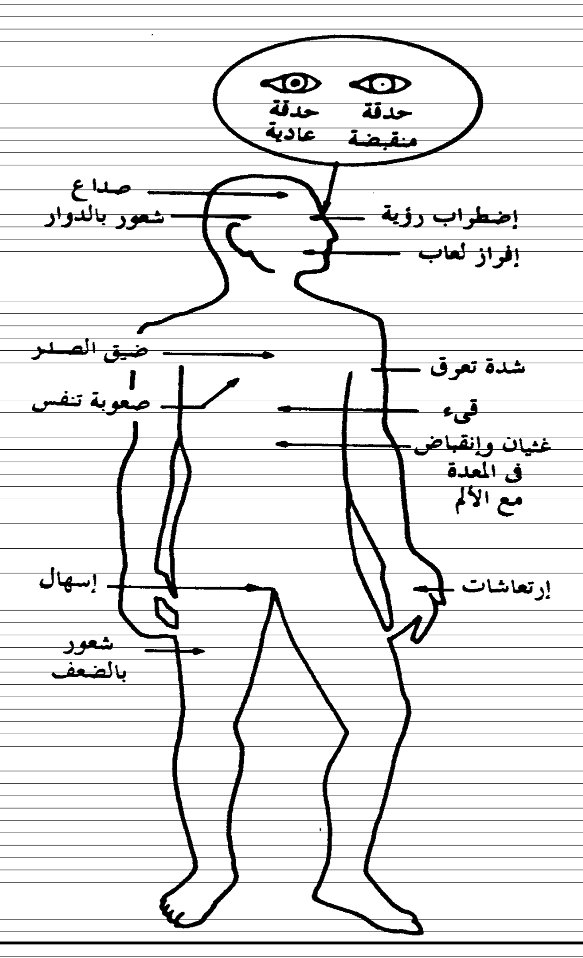
المبيدات أو من محاليلها إلى العينين، ويلزم كذلك الأحتفاظ بالنظارة التى تغطى العينين تماماً نظيفة دائماً وجاهزه للاستعمال .

ومن المعروف أن المبيدات بمستحضراتها المختلفة، سواء السائلة أو الصلبة أو الغازية، يمكن أن تنفذ إلى داخل جسم الأنسان من خلال واحد أو أكثر من المسالك المذكوره، وتزداد خطورة هذه النفاذية كلما ارتفع تركيز المبيد فى المستحضر، خاصة فى حالة المستحضرات التى على هيئة سوائل أو غازات ، كما تزداد الخطورة بازدياد فتره التعرض للمبيد، بالاضافة إلى أن تعرض الوجه والعينين والجهاز التنفسى للمبيد أسرع تأثيراً من تعرض باقى أجزاء الجسم له .

ويلزم دائماً أن يتسلح الشخص الذى يتعامل مع المبيدات بدراية كافية بمظاهر التسمم التى تحدث منها، خاصة المظاهر فى مراحلها المبكرة ، فإذا ما لوحظ مظهر من مظاهر التسمم بالمبيدات المستعملة على شخص ما، يلزم حينئذ وفوراً إبعاد مصدر التلوث عن الشخص المصاب، سواء كانت ملابس أو غيرها، حتى نوقف إستمرار التعرض للمبيد، وبالتالى نقلل من إستفحال الضرر منه بقدر الأمكان ، ونظراً لأن التعرف المبكر على مظاهر التسمم بالمبيدات يعد تحذيراً مبكراً يجعلنا وبأقصى سرعة نستبعد مصدر التعرض للمبيدات تماماً، مما قد يؤدى إلى إنقاذ حياة المصاب - بإذن الله ، وأهم مظاهر التسمم من المبيدات العصبية من مجموعة الفوسفورعضوى هى كما فى جدول (٥).

جدول ( ٥ ) : مظاهر التسمم الحاد من مبيدات الفوسفور عضوى

| تسمم بسيط | تسمم متوسط | تسمم شديد |
|---|---|---|
| ١- تعب | عدم القدرة على المشى | فقد الشعور جزئيا أو كليا |
| ٢- صداع | ضعف | إنقباض شديد فى إنسان العين |
| ٣- إحساس بالدوار (دوخة) | ضيق تنفس | شد عضلى فى الاطراف |
| ٤- إضطراب فى الرؤية | إنقباض شديد فى إنسان | إفرازات لعابية من الفم والأنف |
| ٥- إفراز الكثير من اللعاب والعرق | العين | التنفس بصعوبة |
| ٦- غثيان و قيئ | تزداد المظاهر السابقة شده | إغماء قد يؤدى الى الموت |
| ٧- إنقباض فى المعدة مع الألام الشديدة أو إسهال شديد . | | |




شكل (١١) : مظاهر التسمم بمبيدات الفوسفور العضوية

ومن التحذيرات الهامة فى هذا المجال، أنه لا يجوز مطلقاً التهاون فى إستدعاء الطبيب فور ظهور أى من هذه الأعراض على من يتعرض أو يتعامل مع المبيدات، إذ من الأفضل أن تكون أكثر حذراً من أن تتصرف بعد فوات الأوان . كما يجب أن تأخذ معك بطاقة المبيد مع المصاب إلى الطبيب أو إلى مستشفى الطوارئ . ولا يجوز أن تدع المصاب يذهب إليهما بمفرده، فقد تمر لحظه لا يستطيع المصاب خلالها قيادة السيارة أو التفكير فى الوصول إليها سالماً حتى وإن بدا أن بإمكانه ذلك.

## الإسعافات الأولية لحوادث التسمم بالمبيدات

من الضرورى جداً فى حوادث التسمم بالمبيدات، أن يتم إكتشافها مبكراً، مع بداية ظهور أول أعراضه، أو حتى بمجرد التعرض للمبيد بطريقة توحى بأحتمال حدوث مظاهر تسمم، وذلك لأن المعالجة السريعة لمثل هذه الحوادث قد تعنى الفرق بين الحياه والموت ، ويجب أن نلاحظ دائماً أن الإسعافات الأولية ليست بديلاًعن تدخل الطبيب بالعلاج الطبى المتخصص، حيث أن الإسعافات الأولية لا تعدو أن تكون مجرد محاولة لعدم تفاقم حالة التسمم، وجعل المريض فى وضع مريح ما أمكن، لحين نجدته بالإسعاف الطبى المناسب ، ولهذا فإن معرفه طرق الإسعافات الأولية التى يلزم إتباعها فى الحالات الطارئة للتسمم بالمبيدات، تفيد كثيراً فى تدارك الحالة وتخفيف آثارها .

### ١ - إذا كنت أنت الشخص المصاب :

أ - فى حالة تعرضك للتسمم من المبيد - لا قدر الله - بينما كنت تعمل بمفردك (وهذا لا يجوز مطلقاً أن تعمل فى المواد السامة أو الخطره منفرداً) فيلزم أن تحافظ على هدوء أعصابك، ولا تنزعج حيث أن الآثار الضارة للمبيدات غالباً لا تظهر أعراضها لحظية، ولكن يستمر التلوث بها لفترة حتى تظهر أعراض التسمم بها، ولهذا ففى مثل هذه الحالة يتوفر لديك بعض الوقت لتحسن التصرف خلالها لحماية نفسك.

يجب أولاً أن تزيل فوراً أى طرطشه أو رذاذ من المبيد يكون قد لامس الجسم وبأسرع ما يمكن، فإذا تصرفت فى هذا الأمر، وفى غيره بسرعة كبيرة، وبذكاء وحسن تصرف فتكون النتيجه، بإذن الله تعالى تقليل أى تأثير يمكن أن يحدث، إلى أقل حد ممكن. مما يترتب عنه إنقاذ حياتك نفسها، بإذن الله تعالى .

ب - فإذا حدث التلوث بالمبيد للابسك ؛ يلزم * خلعها فوراً وغسل الجلد تحتها بمياد غير ملوثة بالمبيدات * ومعاودة الغسيل مع إستعمال الصابون أو أى منظف صناعى يتيسر لك * أن تستدعى أو ترسل فى طلب المساعدة أثناء إنهماكك فى الشطف وغسيل الموضع الذى أصابه التلوث من الجسم . فعلى سبيل المثال إذا كان هناك هاتف قريب من الصنبور الذى تغتسل منه، إطلب المساعدة المناسبة وانت مستمر فى الشطف والغسيل، أما إذا كان هناك أشخاص يمكنهم سماع صوتك، ارفع صوتك طالباً منهم النجده وأنت منهمك فى غسيل جسمك .

جـ - فإذا ما كان تعرضك إلى مبيد شديد السمية وبدأت تشعر بالأعراض الأولى للتسمم، يلزم ان تطلب من أول شخص يصل إليك بعد طلب النجدة، أن يأخذك فوراً ومعك بطاقة المبيد إلى اقرب مستشفى للاسعاف بدون إبطاء ( وطبيعى فإن ذلك يتم بعد أن تكون قد ازلت التلوث بالمبيد من على جسمك بأقصى سرعة وأكفأ أداء ).

د- أما إذا حدث ودخل إلى جوفك شئ من المبيد، يلزمك أن تتحقق مما ستفعل إزاء هذه الحالة * من قراءتك السابقة لبطاقة المبيد قبل التعامل معه، تكون قد عرفت إن كان يلزم البدء فى تنفيذ التقيؤ القهرى لما دخل فى جوفك * فإذا كانت تعليمات بطاقة المبيد تنصح بإجراء تقيؤ قهرى، إبدأ فوراً بتنفيذ ذلك، وذلك بوضع إصبعك فى حلقك حتى يصل لأقصى بعد ممكن فيه، لإحداث التقيؤ وقد يؤدى ذلك إلى إنقاذ حياتك بإذن الله تعالى ثم * إذهب فوراً إلى الطبيب ومعك بطاقه المبيد .

هـ- إذا حدث طرطشه للمبيد ووصل إلى عينيك شئ منه، يلزم أن تغسل وجهك وعينيك جيداً بالماء وفوراً، والأستمرار فى الغسيل بتيار ماء نظيف مع الأحتفاظ بالعينين مفتوحتان أثناء الغسيل، ويستمر الغسيل بهذه الطريقة لأقصى مدة ممكنة وغالبا لا تقل عن ١٥ دقيقة * لا يجوز إستعمال أى نوع من أنواع الغسول الطبية للعيون فى مثل هذه الأحوال، ما لم يكن ذلك بإذن الطبيب * إطلب المساعدة أو إرسل فى طلبها وانت مستمر فى غسيل عينيك * بعد غسل العينين لمده لا تقل عن ١٥ دقيقة، إذهب إلى الطبيب ومعك بطاقة المبيد أو عبوه المبيد الملصق عليها بطاقته .

وفى كل الحالات المذكورة، إذا ما دخل جوفك مبيد أو أصاب عينيك - لا قدر الله - لابد من عرض حالتك على الطبيب، حتى و لو لم يظهر عليك الأعراض الأولى للتسمم بالمبيد، حيث أن إستشارة الطبيب مبكراً فى مثل هذه الأحوال من الأمور الواجبة واللازمة .

**٢- إذا كنت بمفردك مع الشخص المصاب:**

يجرى على الشخص المصاب، جميع الخطوات التى أجريت فى إسعاف الاصابة فى البند السابق، ثم يلاحظ ما إذا كان المصاب يتنفس طبيعياً أم لا، فإذا كانت هناك صعوبة فى التنفس، يجرى له تنفساً صناعياً، مع ملاحظة تخليص المصاب من التلوث بالمبيد فوراً، وذلك بإزالة الملابس فور حدوث التلوث لها، ثم غسل جسمه جيداً بالماء والصابون كما سبق شرحه ، ويلاحظ على الشخص المرافق للمصاب أن لا يعرض نفسه وجسمه للتلوث خلال إجراء هذه الإسعافات الأولية للمصاب، وبعد ذلك يستدعى الطبيب فوراً، أو ينقل المصاب إلى أقرب مركز إسعاف للطوارئ .

**٣- إذا كان هناك شخص آخر يرافقك مع المصاب :**

السرعة فى هذه الحالة ضرورية جداً، فيبدأ احدكما فى تقديم عمليات الإسعافات الأولية، بينما يتولى الآخر إستدعاء الطبيب أو الأخصائى من أقرب مركز إقليمى للسموم .

**٤- إرشادات عامة :**

أ- فى حاله توقف تنفس المصاب أو تقطعه، يلزم البدء فوراً بعمل تنفس صناعى له بالفم إلى الفم.

ب- ويلزم إيقاف إستمرار تعرض المصاب للتلوث بالمبيد، فإذا ما كان جلد المصاب ملوثاً بالمبيد يلزم تنظيف الجلد تماماً من أى آثار للتلوث بالمبيد، بالغسيل الجيد والمستمر لجسمه، بما فى ذلك شعر المصاب وأظافره، وإذا ما كانت الأصابة هى دخول شئ من المبيد داخل جوف المصاب، ووجدت أن بطاقة المبيد توصى بإجراء التقيؤ القهرى، يلزم البدء فى تنفيذه فوراً، أما إذا ماكانت الإصابة بتلوث فى العينين، تغسل العينين بالماء النظيف لمده ١٥ دقيقة على الأقل .

جـ- يلزم الاحتفاظ بعبوة المبيد (بما فيها إن كان مازال فيها شئ منه) وعليها بطاقته، على أن يسهل قراءتها ولم يصبها التلف، أو الاحتفاظ بإسم المبيد (أو مجموعه المبيدات إن كانت فى خليط) واحضارها إلى الطبيب ، فإذا لم يمكن التعرف على مصدر التلوث أو التسمم، يلزم الأحتفاظ بجزء من قيئ المصاب لتحليله فى المستشفى لمعرفة المادة السامة الموجوده فيه .

٥- إرشادات خاصة

أ- فى حاله إصابه الجلد بالمبيد : * تزال الملابس ويغسل الجلد والشعر والأظافر بالماء النظيف والصابون أو بمنظف صناعى مناسب، على أن يتم ذلك جيداً وبأسرع ما يمكن * يجفف جسم المصاب جيداً، ويتم لفه فى بطانية * ويعرض فوراً على الطبيب الأخصائى.

ب- فى حاله إصابه العينين بالمبيد : * تغسل العينين فوراً بالماء الجارى النظيف مع الأحتفاظ بجفون العينين مفتوحه أثناء الغسيل، والأستمرار فى الغسيل لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة، مع مراعاه عدم التأخر فى تنفيذ ذلك ولو لثوان قليلة، لأن ذلك قد يزيد من احتمال ظهور أعراض التسمم على المصاب * لا يجوز إستعمال أى مراهم أو عقاقير طبية فى مياه غسيل العينين .

جـ- فى حاله الاصابة عن طريق الأستنشاق للمبيد : سواء كان فى صورة مسحوق أو ابخرة أو غازات * إذا كان المصاب فى حيز مقفول (غرفه مثلاً) لا تحاول إنقاذه بدون أن تتوفر لنفسك تنفسا مناسبا بجهاز إن لزم الأمر، حتى لا تقع مصاباً بجانبه * إنقل المصاب إلى هواء نقى خارج الحيز فوراً * إذا ظهر على المصاب مظاهر الصدمة العصبية من أثر التسمم بالمبيد (وهى أولى أعراض التسمم العصبى للمبيدات) يلزم فتح جميع الأبواب والنوافذ على مصراعيها، وفك جميع الأربطه للملابس الضيقة كالياقات، ثم البدء فى إجراء تنفس صناعى فوراً، خاصة إذا شعرت بتوقف التنفس الطبيعى، أو بحدوثه فى صورة متقطعة * يراعى الحذر من بروده المصاب، وذلك بلفه فى بطانية مع ترك رأسه خارجها * يراعى المحافظة على هدوء المصاب ورباطة جأشه بقدر الإمكان .

* وإذا بدأ المصاب فى عمل تقلصات أو إرتعاشات، لاحظ إنتظام التنفس مع عدم تعريضه للسقوط أو إصطدام رأسه بالأرض أو بالجدار أثناء هذه النوبة، ويراعى المحافظة على ذقن المصاب فى وضع مرتفع لأن ذلك من شأنه تسهيل عملية التنفس * لا يجوز بتاتاً إعطاء المصاب عقاقير منبهه فى أى صورة من الصور .

د- فى حاله إبتلاع المبيد ووصوله إلى داخل جسم المصاب : * يستدعى الطبيب فوراً * إذا كان المصاب منتبه وواع، يعطى ماء أو لبن بكميات كبيره ليشربه، حتى يتم تخفيف أى مادة تكون قد إستقرت فى جوفه .

هـ- لا يجوز إجراء التقيؤ القهرى فى الحالات التالية : * إذا كان المصاب غائب عن الوعى * إذا إنتاب المصاب حاله من التقلصات والأرتعاشات * إذا إبتلع المصاب احد مشتقات البترول مثل الكيروسين أو الجازولين أو الوقود الخفيف أو غيره * إذا إبتلع المصاب إحدى المواد الكاوية مثل الأحماض القوية أو القواعد القوية، بسبب أن من أعراض تأثيرها آلام مبرحه فى الفم والزور، وأيضاً الشعور بالحرقان ( علماً بأن المادة الكاوية هى أى مادة تسبب إتلاف النسيج الحى الذى تلامسه بتأثير كيماوى مثل الأحماض والقواعد القوية وغيرها ) .

## ٦- كيفية تنفيذ التقيؤ القهرى عند إبتلاع مادة غير كاوية :

* تتم بإدخال نهاية يد ملعقة صغيرة فى مؤخره الحلق، أو إجباره على تعاطى عصير بكميات فائضة.

*عندما تبدأ عملية التقيؤ، إجعل رأس المصاب ووجهه منكفياً لأسفل، مع تخفيض الرأس لمنع القيئ من الأرتداد والدخول إلى الرئتين، حتى لا يسبب أضراراً اخرى . ولا تجعل المصاب ينام على ظهره مطلقاً وهو فى حالة قيئ.

* لا يجوز مطلقاً إستعمال محلول الخردل Mustard Solution لإحداث التقيؤ القهرى، كما لا يجوز مطلقاً إستعمال محلول ملحى لنفس الغرض، حيث أن كلا المحلولين على درجة عالية من الخطورة فى مثل هذه الحالات.

* يلزم إستدعاء الطبيب فوراً لإسعاف الحالة .

## ٧- الحروق الكيماوية للجلد :

* يلزم خلع وإبعاد الملابس الملوثة بالمادة الكيماوية فوراً.
* يلزم غسيل مكان الحروق بكميات فائضة من الماء الجارى النظيف.
* تغطى فوراً بعد ذلك منطقة الجلد التى أصابتها الحروق، بقطعة من القماش النظيف، تغطية خفيفة مع عدم جعلها تضغط على طبقة الجلد المصابة.
* يتجنب إستعمال أى مراهم أو كريمات أو شحومات أو مساحيق أو غيرها من العقاقير.
* يحافظ على المصاب مستلقيا على سطح أفقى، مع تجنب حدوث ما من شأنه إحداث صدمة عصبية له بقدر الأمكان، و الحرص على تدفئته لحين وصول الطبيب لإجراء الإسعافات اللازمة .

## ٨- ملحوظة هامة جداً :

يلزم الاحتفاظ فى مكان العمل باسم وعنوان ورقم هاتف طبيب أو اخصائى سموم أو مستشفى طوارئ، يمكن أن تقدم المساعدة والعناية الطبية المناسبة لأى شخص قد يتعرض لحادث تسمم فى موقع العمل .

# الفصل العاشر

# إحتياطات نقل وتخزين الكيماويات الزراعية

* مقدمة
* مستحضرات الكيماويات الزراعية ومجالات الإستخدام
* إحتياطات النقل * إحتياطات التخزين
* تقليل مخاطر الإشتعال والإنفجار لمستحضرات المبيدات
* إزالة التلوث بالمبيدات
* لتخلص من النفايات السامة والخطرة.

## مقدمة

تعتبر الكيماويات التى تستخدم فى الزراعة، خاصة مبيدات الآفات، واحدة من أهم عوامل تنمية الإنتاج الزراعى على إتساع رقعة العالم، حيث تستخدم هذه الكيماويات فى مجالات شتى، مثل تعويض النقص فى العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات، ومثل حماية الإنتاج الزراعى عموما من هجوم الآفات الزراعية التى تعمل على النيل منه، وبالتالى حرمان الإنسان من ثرواته الزراعية وثمرة مجهوده، كما أن منها ما يستعمل لتنظيم النمو النباتى بهدف الوصول إلى إنتاج أوفر بمواصفات أفضل.

وقد إنتشر إستخدام الكيماويات بدرجة لا يمكن معه تصور إنتاج زراعى وفير أو تنمية زراعية حقيقية بدون اللجوء إلى إستخدام الكيماويات الزراعية بشتى صورها، إلا ان هذه الكيماويات الزراعية تعتبر واحدة من أشد المواد خطورة على حياة الانسان وعلى صحته وعلى بيئته، فمنها ما هو قابل للإشتعال والإنفجار مخلفا نواتج أكثر سمية وخطورة، ومنها ما هو شديد السمية والفتك بالإنسان وحيواناته المزرعية بل وبيئته أيضا، ومنها ما يترتب عن إستعماله أشد الأمراض سوءا للإنسان، كما أن جانبا كبيرا منها يعتبر من أخطر الملوثات، فى المدى القصير وأيضا فى المدى الطويل.

## مستحضرات الكيماويات الزراعية ومجالات الإستخدام

القسم الأكبر والأخطر من الكيماويات الزراعية هو ما يستخدم فى مجال وقاية النبات من الآفات الزراعية، ويعرف أفراد هذا القسم من الكيماويات باسم المبيدات أو مبيدات الآفات Pesticides وتكمن خطورة أفراد هذا القسم فى أن هذه المبيدات هى مواد كيماوية صممت جزيئاتها وركبت وجهزت وتستعمل لتحدث ضرراً معيناً فى واحدة (او أكثر) من صور الحياة الحيوانية أو النباتية (وهى الآفات)، ولذا فإن هذا الإضرار قد يمتد ليشمل الإنسان نفسه أو حيواناته المزرعيه أو نباتاته أو حتى الإضرار بالبيئة نفسها وإفسادها عليه.

القسم الآخر من مجموعة الكيماويات الزراعية هى تلك التى تستعمل فى تغذية النبات وتعويض النقص فى العناصر الغذائية فى بيئة نموه وتعرف باسم المخصبات الزراعيةFertilizers ، وهناك مجموعات أخرى من الكيماويات الزراعية تستعمل فى مجالات شتى، كتنظيم النمو النباتى، أو دفع النبات إلى النضج أو تشجيع نمو الجذور على العقل، وهذه كلها مجموعة من الكيماويات تتدخل فى النشاط الفسيولوجى للنبات أو للنسيج النباتى ، وتعرف جميعاً باسم منظمات النمو النباتى Plant growth regulators هذا التقسيم هو تقسيم بحسب مجالات الإستخدام للكيماويات الزراعية، يفيد العاملين فى المجالات الإنتاجية الزراعية، أما من وجهة نظر التلوث البيئى الزراعى أو السلامة الزراعية فإنه يمكن تقسيم الكيماويات الزراعية بحسب خصائصها الفيزيقية إلى الأقسام التالية :-

**١ - مستحضرات غازية أو تتحول إلى غازات عند الإستعمال :**

وهى مجموعة الكيماويات التى تنتشر من خلال الوسط الغازى، وتكمن خطورة هذه الكيماويات فى أن معظمها عالى السمية للإنسان وللحيوان وللكائنات الحية عموماً، وان بعضها الآخر قابل للإشتعال إذا ما تعرض للهب مكشوف، أو تجاوزت حرارته نقطة إشتعاله، وينتج غالباً عن هذا الإشتعال غازات أخرى أشد خطورة وأشد سمية، وان بعضها الأخر قد ينفجر إذا ما تواجد بنسبة محددة مع الهواء فى حيز مغلق، هذا بالإضافة إلى قدرتها العالية على الإنتشار فى الوسط التى تتواجد فيه بدرجة يصعب معها التحكم فى الكميات منها التى تصل إلى الكائنات الحية، إذا ما إنطلقت فى الحيز الذى يحويهما.

وأهم أقسام الكيماويات الغازية التى تستخدم فى المجال الزراعى هى السموم الغازية Gaseous poisons التي تعرف بإسم المبخرات Fumigants ، والتى تتكون من مجموعة كبيرة من الكيماويات التى تستخدم فى مكافحة الآفات المختلفة، مثل الحشرات والقوارض والنيماتودا وغيرها، ويتم ذلك غالبا بتبخير المصانع والمخازن والمطاحن وعربات السكك الحديدية والسفن وطائرات نقل البضائع ومخازن المواد الغذائية المبردة والتربة والمنازل والبيوت الزراعية المحمية والمستشفيات وغيرها، وجميع هذه المواد (المبخرات) غير متخصصة فى فعاليتها، أى أنها غازات سامة لذوات الدم الحار، الذى منها الإنسان إذا ما تعرض لها بكميه كافية، بالإضافه إلى سميتها للآفة التى تستخدم فى مكافحتها، وسنسوق هنا بعض الأمثلة من هذه المواد.

١- فوسفيد الهيدروجين $PH_3$ :

يعرف أيضاً باسم الفوسفين (أو الفوستوكس) ويتوفر إما مضغوطاً فى إسطوانات أو يتحرر من حبوب منضغطة تحتويه، ومكونة من خليط من كربامات الأمونيوم وفوسفيد الألومنيوم، وعندما تتعرض هذه الحبوب للرطوبة الجوية يتحرر منها غاز الفوسفين وهيدروكسيد الألومنيوم والأمونيا وثانى أكسيد الكربون، وكل حبة من هذا الخليط (الفوستوكس) تزن ثلاثة جرامات تقريبا، ويمكن أن يتحرر منها جرام واحد من غاز الفوسفين، والفوسفين غاز عديم اللون وسام وقابل للإشتعال، وكثافته أثقل من كثافة الهواء، وله رائحة الثوم القوية، كما أن حبيبات الفوستوكس لا تشتعل ذاتيا، ولكنها تشتعل إذا ما تعرضت للهب مكشوف.

٢- سيانيد الكالسيوم $Ca(CN)_2$ :

ويعرف كذلك باسم كالسيت، ويتحرر منه غاز سيانيد الهيدروجين بتعريضه للرطوبة الجوية، هذا الغاز (سيانيد الهيدروجين HCN) سام جداً لذوات الدم الحار والإسعاف الأولى لحالات التسمم به تتم بكسر أمبول من نتريت الأمايل ووضعها تحت أنف المصاب لثلاثين ثانيه كل دقيقتين، مع إستدعاء الطبيب فوراً، علماً بأنه قد تحدث الوفاة بتعرض الشخص لتركيز ٣٠٠ ج م م من سيانيد الهيدروجين لدقائق قليله.

٣- كلوروبكرين $CCl_3\ NO_2$.

يستعمل هذا الغاز لقتل الفيران أو لطردها خارج مخابئها أو بعيداً عن مناطق تخزين محاصيل الحبوب، ويكفى تعرض الفأر لتركيز أقل من ٣٢ ج م من هذا الغاز للقضاء عليه، كما أن التعرض لهذا الغاز يسبب إلتهاباً حاداً فى الجهاز التنفسى، والتهابات حادة فى الجلد مع زيادة فى الحساسية.

٤- ميثايل ايزوثيوسيانات MITC :

ويعرف أيضاً باسم فورلكس vorlex ورمزه $CH_3.N=C=S$، وهو أحد أكثر المبيدات خطورة على الصحة العامة، كما أنه شديد الفعالية فى قتل الآفات، ونتحصل عليه إما من إسطوانات منضغط فيها، أو يتم توليده فى موقع تطبيقه، من مركبات تستعمل رشا أو نثراً، والطريقة الأخيرة هى الأعم والأكثر إنتشاراً، فيتم تطبيق مركبات مثل فابام ودازوميت على التربة، وخلطها بها، فيتولد منها هذا الغاز داخل التربة للقضاء على الآفات النيماتودية، ويجب ملاحظة أن هذا الغاز يقضى على الكثير من الآفات الأخرى بجانب النيماتودا.

٥ - مدخنات اخرى ذات سمية عالية لذوات الدم الحار :

لأنها كلها سموم للأعصاب، نذكر منها على سبيل المثال-:

* ميثايل بروميد أو برومور الميثايل أو ميثوجاس ورمزه $CH_3Br$ وهو غاز شائع الإستعمال فى تبخير الحبوب والأغذية المحفوظة والتربة، وهوغاز سام جداً، يوضع ضمن مجموعة المبيدات التى لا تستعمل إلا تحت إشراف فنيين رسميين.
* فيوموجاس أو غاز الإيثيلين ثانى البروميد ويعرف باسم EDB
* نيمافين أو DD
* تيلون أو D - 1:3
* ثانى كبريتيد الكربون $CS_2$ سائل متطاير.
* رابع كلوريد الكربون $CCl_4$ سائل متطاير.
* فورمالين أو الفورمالدهيد وهو غاز ذائب فى الماء ورمزه HCHO .

٦- مخصبات غازية Gaseous Fertilizers :

أشهرها الأمونيا السائله (المضغوطه داخل خزانات) ويتم حقنها تحت سطح التربه بآلات حقن خاصة، والأمونيا بطبيعتها سامه لذوات الدم الحار وتعمل على إحداث تهيج فى أغشية العين والأنف.

٧ - كيماويات غازية أخرى لها إستعمالات زراعية:

وأشهرها على الإطلاق هو غاز الإيثيلين الذى يعتبر هورمون نباتى، يستعمل لإنضاج الثمار، ويتولد ذاتياً من الثمار أثناء تخزينها فى المبردات مثل الموز والتفاح وغيره، أو يتم إطلاقه داخل هذه المبردات لإسراع عملية النضج، وهذا الغاز سام وقابل للإشتعال والإنفجار عند خلطه بنسبة محددة مع الهواء، والكلوروكس من الكيماويات الزراعية الأخرى التى تنتج غازات، و يعرف أيضاً باسم بيوريكس و يتكون أساساً من هيبوكلوريت الصوديوم أو هيبوكلوريت الكالسيوم، ينفرد منه غاز الكلور بالتخزين أو بالتحميض، وكما هو معروف فإن غاز الكلور سام ومهيج للأغشية الحساسة فى الأنف والعينين، يستعمل الكلوروكس زراعياً للتخلص من التلوث بالمبيدات فى آلات الرش وعلى الطرق وفى عربات النقل، ويستعمل كذلك مع محلول غسيل الثمار اثناء عمليات التجهيز والتعبئة.

ب - مستحضرات سائلة :

تتوفر معظم الكيماويات الزراعية فى صورة مستحضرات سائلة، إما على هيئة محلول حقيقى، أو مستحلبات قابلة للتخفيف، أو معلقات قابلة للتخفيف، ومعظم هذه المستحضرات على درجة عالية جداً من الخطورة، لسميتها العالية للكائنات الحية، أو لقابليتها الشديدة للإشتعال أو الإنفجار، ومن هذه الكيماويات ما يلى :-

١ - المستحضرات السائلة للمبيدات :

معظم هذه المستحضرات، خاصة ما يستعمل منها فى مكافحة الحشرات والآفات الحيوانية الأخرى، شديد السمية، بسبب أنها تعمل كسم عصبى لهذه الآفات، وبالتالى تؤثر على الإنسان والحيوانات الثديية، بسبب وجود الجهاز العصبى الحساس لهذه المبيدات فى أجسام هذه الكائنات الحية ، والمستحضرات السائلة للمبيدات إما أن تكون لمبيد فى مذيب عضوى لا يخفف بالماء، ولكن يستعمل كما هو من عبوتة مباشرة، مثل المضببات بأنواعها

المختلفة خاصة الحرارية منهاThermal foggers، والإسطوانات المضغوطة بالمبيد، أو بعض المبيدات المستعملة فى مكافحة حشرات الصحة العامة، وتركيز المبيد فى هذه المستحضرات منخفض نسبياً، ولا يتم تخفيفها بأى مذيب، ومن امثلتها ما يتوفر منها فى الأسواق المركزية (السوبرماركت)، ومحلات بيع المبيدات، مثل بايجون وبيف باف وغيرها، وهذه المستحضرات قابلة للإشتعال، بسبب المذيب العضوى الذى تحتويه، وقد يتسرب المبيد منها احيانا، او قد تنفجر إذا ما لامست سطحاً ساخناً.

كما قد تكون هذه المستحضرات فى صورة مركز إستحلاب EC والذى يتكون من المبيد فى مذيب عضوى مع مواد آخرى إضافيه، تخفف هذه الصورة بالماء عند الإستعمال، وتركيز المبيد فى هذا النوع من المستحضرات غالباً مرتفع، وقد يصل إلى اكثر من ٦٠٪ بالوزن من هذا المستحضر، ويحتاج التعامل مع هذا النوع من المبيدات إلى حذر شديد لخطورتها، حيث تنتمى معظم المبيدات من هذه المجموعة إلى المبيدات ذات التأثير العصبى، لذا فهى على درجة عالية جداً من الخطورة على ذوات الدم الحار، كما أن إشتعال او إنفجار أو إنسكاب مبيدات هذه المستحضرات يضاعف من خطورتها ويوسع من دائرة هذه الخطورة، وينتمى الى هذه المجموعة معظم المبيدات الحشرية التى على صورة مركزات الإستحلاب EC، وتستعمل غالباً فى مكافحة الحشرات سواء كانت زراعية أو صحية أو بيطرية، حيث تقتل الحشرات بالتأثير على الجهاز العصبى بمجرد اللمس، هذه المجموعة من المبيدات كبيرة العدد ولا مجال هنا لتحديد افراد بعينها، ويكفى فقط ان نذكر انه يتبعها مجموعات كيماوية شائعة مثل المبيدات الفسفورية العضوية والمبيدات الكربماتية وغيرها.

٢-المستحضرات السائله للمخصبات الورقيه ومنظمات النمو :

تتوفر بعض منظمات النمو النباتى والمخصبات الورقية فى صورة سائلة، وهذه المستحضرات غالباً ما تكون سوائل مائية اساساً مضافاً إليها بعض المركبات التى تعمل على تثبيتها فى صورة حبيبات دقيقة معلقة فى سائل، ليتكون منها محلول عند تجهيزها للإستعمال وذلك للمساعدة على نفاذيتها إلى داخل الأنسجة النباتية، ومن أمثلة هذه المواد المضافة جواهر الخلب Chelating agents والجواهر اللاصقة وغيرها، هذه المجموعة من

المستحضرات أقل سمية بكثير لذوات الدم الحار من سابقتها، ونتعامل معها بحرص أيضاً لضررها على النباتات، إن تجاوزت المعدل المنصوح بإستعماله منها.

### جـ - مستحضرات فى صورة مساحيق صلبة :

ويندرج تحت هذا النوع من الكيماويات الزراعية قسمين رئيسيين هما :

١ - مستحضرات صلبة للمبيدات :

وهى إما أن تكون فى صورة مساحيق تعفير مثل الكبريت أو مشتقاته، أو مساحيق إبتلال WP أو مساحيق تعلق، وجميعها مركبات كيماوية شديدة الفاعلية كمبيدات شأنها فى ذلك شأن مجموعة مبيدات مركزات الإستحلاب EC السابق الإشارة إليها، و يتوفر لبعض أفراد هذه المجموعة ما يتوفر لبعض أفراد المجموعة السابقة من السمية العالية بمجرد اللمس، وأيضاً خطورة التطاير والإشتعال وإنفراد غازات وأبخرة شديدة الضرر منها.

٢- مستحضرات صلبة من المخصبات الزراعية :

ويمكن أن تكون على درجة عالية من الخطورة إذا لم تراع الشروط السليمة فى تخزينها، ناهيك عن الخسارة فى فقد صلاحياتها، ومن هذه المركبات أملاح النترات مثل نترات الكالسيوم ونترات الآمونيوم واليوريا وغيرها.

## إحتياطات النقل

من الممكن أن تحدث بعض الحوادث أثناء نقل الكيماويات الزراعية والمبيدات على وجه الخصوص، وغالباً ما يحدث ذلك بسبب عدم الدقة فى الإلتزام بقواعد السلامة، ولذا فعلى القائم بعملية النقل أن يراعى إحتياطات النقل لتحاشى حدوث شيئ من هذا القبيل، ولتحاشى إحتمال الإضرار بأى كائن حى قد يصل إليه شيئ من تلوث بهذه المواد الخطرة والسامة، وعلى ذلك فعلى القائم بعمليات نقل الكيماويات الخطرة والمواد السامة أن يكون على دراية كاملة بمخاطرها، كما لا يجوز أن يكون الجهل فى التعامل مع مثل هذه المواد هو أحد العوامل التى يتسبب عنها تلوث مترتب عن حوادث مصاحبة لعمليات النقل.

وهناك إحتياطات كثيرة يلزم أن تؤخذ فى الإعتبار، للتأكد من سلامة إجراءات النقل للمواد السامة والكيماويات الخطرة عموما، وايضا حرصا على سلامة وأمن القائمين على عملية النقل ذاتها، ولا يجوز مطلقاً نقل الكيماويات الأخرى المتطايرة، وأيضا تلك التى ينتج عنها غازات أو ابخرة سامة أو ضارة، فى عربة مقفلة مع السائق أو مع مسافرين آخرين.

وقد تساعد الإقتراحات التالية فى تأمين سلامة تداول ونقل الكيماويات الخطرة والسامة :

١-وسيلة نقل الكيماويات الخطرة :

افضل وسيلة لنقل المبيدات والكيماويات الزراعيه، هى عربات النقل المفتوحة مثل عربات نصف نقل (وانيتات)Pick-up trucks، ويراعى عند نقل مساحيق الإبتلال (WP)ومساحيق التعفير (D)الموجودة فى مواعين ورقية، أن يتم حمايتها من البلل أو من وصول الرطوبة إليها بسبب المطر أو خلافه، كما يلزم تحاشى قطع أو تمزيق هذه المواعين الورقية عند تحميل أو تفريغ أو تخزين أى منها، ويلزم عند نقل المبيدات فى عربات سكك حديدية مغلقة ان تترك نوافذ العربة مفتوحة، ويراعى دائماً، أياً كانت وسيلة النقل، المحافظة على تهوية مناسبة للموضع الذى تحفظ فيه المبيدات والكيماويات الأخرى أثناء نقلها.

كما لا يجوز بأى حال، نقل المبيدات داخل صالون أو قمرة عربات النقل، حيث انه فى حالات كثيرة يحدث إنسكاب للمبيدات داخلها، وغالبا لا يمكن إزالة آثارها من أنسجة المقاعد واغطيتها، وان الأدخنه أو الغازات التى تتصاعد منها أثناء عملية النقل تعتبر سامة وخطيرة على السائق وعلى المرافقين له فى العربة.

٢- مواعين المبيدات Containers :

يلزم أن تكون مواعين المستحضرات السائلة للمبيدات والكيماويات الأخرى محكمة الغلق، لمنع إنسكاب المبيدات منها، كما يلزم كذلك أن تكون فى عبواتها الأصليه ؛ ويلزم كذلك التأكد من نظافة جدرانها الخارجية وخلوها من أى تلوث بالمبيدات، كما يلزم

تحاشى إستعمال مواعين زجاجية للمبيدات ما أمكن، أما إذا كان من الضرورى النقل فى مواعين زجاجيه، فيلزم بذل مزيد من العناية والحرص لتحاشى الصدمات التى تؤدى إلى كسر هذه الأوعية، ووضع مواد التغليف المساعدة مثل البلاستيك المنفوخ(foam) ، لأنه ممتاز فى تقليل أثر الصدمات والإهتزازات أثناء عملية النقل والتحميل. وغالباً ما تستعمل شركات المبيدات هذه المواد المساعدة عند نقل الرسائل الخاصة بها. كما يجب أن يتم تحميل مواعين المبيدات بشرط أن لا تتدحرج أو تنزلق من مكان لآخر داخل عربة النقل أثناء عملية النقل، لأن هذه الحركة أو الدحرجة قد يترتب عنها كسر أو فدغ للوعاء، وكزيادة فى الإحتياط، غالباً ما يتم نقل مواعين المواد الكيماوية الخطرة داخل صناديق من البلاستيك أو الورق المقوى أو الخشب أو ما شابهها من مواد.

٣- درجات الحرارة :

تتأثر المواد الكيماوية الخطرة (المبيدات والكيماويات الأخرى) بدرجات الحرارة المرتفعة أو الشديدة الإنخفاض، ففى الأجواء الدافئة غالباً ما تكون درجات الحرارة داخل وسائل نقل هذه الكيماويات أعلى بكثير من درجات الحرارة خارجها، لذا فيراعى فى حالة نقل الكيماويات الخطرة تحت هذه الظروف أن لا تستبقى هذه الكيماويات داخلها بعد وصولها إلى محطة الوصول بل يلزم تفريغها فوراً.

كما يلزم أن يتوفر تنظيم للتدفئة فى الأجواء شديدة البرودة وذلك لمنع المبيدات والكيماويات الأخرى من الوصول إلى درجة التجمد، لأن التجمد غالباً ما يفسد كثيراً من مستحضرات المبيدات.

٤- إحتياطات إضافية :

يراعى عدم نقل مبيدات الحشائش، خاصة مجموعة المبيدات الشبيهة بالهرمونات (أمثال ٤،٢- دى، إم سى بى أية MCPA) مع الأنواع الأخرى من المبيدات أو مع المخصبات أو مع غيرها من المواد الزراعية، لأن ذلك يعرضها لأن تلوث كل منها الآخر، فى حالة حدوث إنسكاب للمبيدات أو تطاير لها أو خلافه.

كما لا يجوز تخزين أو نقل المبيدات مع المواد الغذائية، سواء تلك التى تستعمل للإنسان أو للحيوانات والطيور، حتى لا تسممها فى حالة حدوث تلوث.

كما لا يجوز ترك الأطفال يلهون ويلعبون قريباً من عربات نقل المبيدات أو مناطق تخزينها، ويلزم التخلص فوراً من أى تلوث بالمبيدات فى عربات النقل أو فى مواقع التخزين أو فى غيرها.

## إحتياطات التخزين

يهدف تخزين المبيدات والكيماويات الخطرة إلى الإحتفاظ بها فى حالة سليمة، وذلك بتجنيبها عما يعرضها للتلف والفساد أثناء التخزين، ويهدف كذلك إلى عزلها عن إحداث آثار ضارة بالإنسان وبالحيوان والنبات والتربة وبغيرها من عناصر البيئة.

وعموماً فالتخزين الجيد للكيماويات الزراعية ( خاصة المبيدات ) يحمى الصحة العامة، ويحافظ على البيئة من التلوث بها، كما يحافظ أيضاً على صلاحية هذه الكيماويات خلال زمن التخزينshelf-life، لهذا يجب الإلتزام التام بعدد من الشروط والإحتياطات عند تخزين الكيماويات المعدة للإستعمال الزراعى ( أو حتى للإستعمال الصناعى )، كما يلزم أن يكون الأفراد المتعاملون مع هذه الكيماويات على دراية تامة بخطورة هذه المواد، وبالشروط والإحتياطات المتعين الإلتزام بها، منعاً لحدوث تلوث للبيئة بهذه الكيماويات الخطرة، ومن هذه الشروط ما يلى :

١- مخزن المبيدات : يفضل التخزين فى مبنى منفصل، أو فى حجرة منعزلة، على أن تكون جيدة التهوية، مزوده بمصدر تبريد فى الأجواء شديدة الحرارة، أو مصدر تدفئة فى الأجواء شديدة البرودة، خصوصاً فى حالة المستحضرات من الكيماويات التى تفسد عند درجات الحرارة شديدة الإرتفاع أو شديدة الإنخفاض، لأن تعرض المبيدات للحرارة العالية يجعلها تتمدد، مما قد يسبب إنسكاب المبيد من فتحات الوعاء، كما أن الحرارة العالية قد تقلل من فعالية مركزات الإستحلاب EC، وتسرع من تآكل معدن الوعاء، وتعمل الحرارة العالية فى بعض الحالات على إفساد فعالية جزئ المبيد نفسه والحرارة المنخفضة هى الأخرى تسبب مشاكل عند تخزين المبيدات، فقد تتجمد بعض المبيدات عند درجات الحرارة شديدة الإنخفاض، وعندما تتمدد عند إرتفاع الحرارة قد تسبب كسر فى معدن أو فى زجاج الوعاء، أو قد تتبلور وتترسب جزيئات المبيدات عند درجات الحرارة المنخفضة ولا تعاود انتشارها فى المستحضر بعد ذلك.

٢- تخزن المبيدات فى مواعينها الأصلية، و يحافظ على بطاقة المعلومات الخاصة بالمبيد فى نفس موضعها على العبوة الأصلية دون إتلاف أو تغيير لهذه البطاقة Label، ولا يجوز مطلقاً تخزين المبيدات فى أوعية مستعملة للأغذية أو للمشروبات مهما كانت المبررات.

٣- يحافظ دائماً على غطاء الوعاء محكم الغلق، وأن يكون الوعاء نفسه فى الوضع القائم، وفتحته لأعلى أثناء عدم الإستعمال.

٤- يلزم تخزين الأوعية المحتوية على مبيدات سائلة على منصات خشبية مرتفعة قليلاً عن الأرض، لتحاشى حدوث تآكل لمعدن الوعاء من جراء قربه من أرضية المخزن (بسبب الصدأ مثلاً) وحيث أن المبيدات ذات المستحضرات الصلبة ( مثل مساحيق التعفير ومساحيق الإبتلالWP ) تميل لأن تتكتل إذا ما إمتصت القليل من الرطوبة، وبالتالى تتعرض للتلف، لذا يلزم تخزينها هى الأخرى على منصات خشبية مرتفعة قليلاً لتحاشى حدوث ذلك.

٥- يراعى فحص مواعين المبيدات المخزنة بصفة دورية، للتأكد من عدم حدوث تسرب أو تشقق فيها، وذلك لتحاشى الفقد وأيضا لتحاشى التلوث بها.

٦- يراعى عدم تخزين كميات كبيرة غير لازمة من المبيدات لمدد طويلة، و يتم ذلك بالإحتفاظ بسجلات للكميات المطلوبة من المبيدات لكل موسم زراعى أو لكل فترة زمنية محددة، وذلك بتقدير دقيق للإحتياجات المتوقعة منها، مع تسجيل وقت ورود وزمن تخزين ومدة صلاحية كل عينة من المبيدات، ترد إلى المخزن، ويراعى التخلص باستمرار من المبيدات التى يبدأ عليها ظهور علامات التغير أو التلف، أو تلك التى تنتهى فترة صلاحيتها.

٧- لا يجوز تخزين المبيدات فى حيز واحد مع منتجات زراعية أو مواد غذائية أو مواد علف حيوانى أو مواقع تخزين مياه أو تقاوى معدة للزراعة.

٨- يراعى إبعاد مكان تخزين مبيدات الحشائش، خاصة ذات التأثير الهرمونى منها، عن باقى المبيدات أو المخصبات الزراعية، لما لها من خطورة على النباتات إذا حدث تلوث بها أو خلط بينها.

٩- توضع علامات التحذير خارجياً على أبواب وجدران ونوافذ مبنى تخزين المبيدات والكيماويات الخطرة، بحيث يسهل على أى شخص مشاهدتها، خاصة الأشخاص الغرباء، ويراعى المحافظة على المخزن مغلقاً باستمرار فى حالة عدم الإستعمال.

١٠- يجب أن يكون المخزن مشيداً من مواد مقاومة للحريق ومزوداً بطفايات الحريق المتحركة والثابتة، وأن يكون مزوداً كذلك بنظام آلى للتحذير عند حدوث حريق.

١١- لا يجوز وضع الملابس والكمامات والمشروبات والأغذية داخل مخزن المبيدات، لأنها قد تمتص قدراً من غازاتها أو أدخنتها، أو قد يصلها شيئ من مساحيقها، أو بلل من إنسكاب بعضها.

١٢- يلزم توفر مصدر قريب للمياه، وكمية كافية من الصابون ومواد التنظيف داخل المخزن أو قريباً منه، حيث يلزم إستعمالها فور حدوث إنسكاب للمبيد أو تلوث به على أجسام القائمين بنقل أو تعبئة أو تخزين المبيدات.

١٣- يراعى تحاشى تخزين المبيدات الواردة فى سنه محددة ( أو موسم زراعى محدد ) مع المبيدات الواردة فى مواسم سابقة ( أو لاحقة )، لأن صلاحية المبيدات خلال أزمنة التخزين storage life تختلف من مبيد لآخر، فبعض المبيدات مثل الهيدروكربونات المكلورة يمكن أن تخزن لسنين دون أن تفقد قدراً محسوساً من فعاليتها، بينما مبيدات أخرى مثل مبيدات مجموعة الفوسفور عضوى فلها زمن تخزين قصير نسبياً، لذا يلزم إستهلاك المبيدات التى تم إنتاجها من مدد طويلة أولاً قبل إستهلاك المبيدات الأحدث إنتاجاً، والتخلص بإستمرار من المبيدات التى تتعرض للتلف بسبب سوء التخزين كإرتفاع درجة الحرارة أوالرطوبة أو ضوء الشمس، و إجراء إختبارات الكفاءة على المبيدات المخزنة والتى يشك فى إحتمال حدوث فقد محسوس فى فعاليتها قبل إستعمالها.

## تقليل مخاطر الأشتعال والإنفجار لمستحضرات المبيدات

من المعروف أن المبيدات التى لها نقط إشتعال Flash points منخفضة نسبيا وتعتبر من المواد الخطرة عند تخزينها، لذا يكتب دائماً على المبيدات التى تصل نقط إشتعال مستحضراتها إلى درجه ٢٠° العبارة التالية :

> * خطر شديد الأشتعال
>
> يراعى إبعاد هذه العبوة عن مصادر الشرر أو الأسطح الساخنة وتكتب هذه العباره بخط واضح - بلون أحمر على بطاقة المبيد.

بينما المستحضرات التى لها نقط إشتعال بين ٢٠° وأقل من ٨٠° فيكتب على بطاقتها ( او ملصقها ) العباره التحذيرية التالية :

> * تحذير قابل للأشتعال
>
> يراعى إبعاد هذه العبوة عن الحرارة ومصادر اللهب المكشوف.

أما المستحضرات التى تتراوح نقط إشتعالها من ٨٠° ولا تتعدى ١٤٠° فيلزم وضع العبارة التحذيرية التالية على ملصقها -:

> لايجوز إستعماله أو تخزينه قريبا من مصدر لهب مكشوف.

ويراعى دائماً عند ورود رسائل مبيدات أو كيماويات زراعية أخرى، مراجعة ما كتب على الملصق بخصوص التحذيرات من مخاطر الأشتعال والحريق، وايضا للتأكد من ان إستعمالها وتخزينها يتم طبقاً للتعليمات الواردة على الملصق، لتحاشى مخاطر الأشتعال والأنفجار.

مستحضرات المبيدات المحتوية على زيوت أو مشتقات بترولية عطرية هى التى يكتب على ملصقات عبواتها التحذيرات المذكورة، وتتعرض بعض المستحضرات الصلبة هى الأخرى لمخاطر الأشتعال والأنفجار، فمعروف أن كلورات الصوديوم ( الذى يستعمل كمبيد للحشائش ) يشتعل إذا لامس مواد عضوية أو لامس الكبريت العنصرى أو الكبريتيدات أو الفسفور أو مساحيق المعادن أو الأحماض القوية أو أملاح الأمونيوم، ولهذا عندما يفتح الوعاء الذى يحتويه للأستعمال التطبيقى ينصح دائماً بأستهلاك كل كميته الموجودة داخل هذا الوعاء بدون ان يتبقى منها شئ، و يحظر إستعمال وعاء كلورات الصوديوم فى وضع أى مادة فيه، أو أن يحتفظ بجزء من هذه المادة فى وعائها بعد فتحها وإستهلاك جزء منه، كما أن بعض المساحيق عالية النعومة، مثل الكبريت الميكرونى، يمكن ان تشتعل بنفس السهولة التى تشتعل بها غازات أو ابخرة قابلة للإشتعال.

إحتياطات لتحاشى إحتمال الحريق فى مخازن المبيدات والكيماويات الزراعية:

١ - يلزم المحافظة على مخازن الكيماويات الزراعية مغلقة فى كل أوقات عدم الإستعمال، لمنع إحتمال حدوث إشتعال.

٢ - لا يجوز تخزين أوعية زجاجية أو شفافة بها مبيدات أو كيماويات فى ضوء الشمس المباشر بسبب قدرة هذه العبوات على تركيز أشعة الشمس وحرارتها، وبالتالى قد تبدأ منها عملية الإشتعال.

٣ - يراعى تخزين المواد القابلة للإشتعال بعيداً عن أجهزة التسخين أو مصادر الطاقة أو خطوط نقل البخار أو الطاقة الكهربائية

٤ - يراعى إستعمال ألواح صخرية Rock sheets أوغيرها من المواد المضادة للحريق فى تغطيه المخازن ومناطق التخزين.

٥ - يلزم أن تزود مناطق التخزين الكبرى بأنظمة إطفاء تلقائى، تعمل فور حدوث حريق، ويلزم كذلك أن تزود هذه المناطق بنظام تحذير من الحريق وبمخارج للطوارئ، وان تكون أدوات وأجهزة إطفاء ومكافحة الحريق فى متناول اليد وجاهزة للإستعمال الفورى.

٦ - يلزم أن تكون مناطق تخزين المبيدات والكيماويات الزراعية بعيدة عن المبانى الأخرى والمناطق المأهوله بالسكان.

٧ - يلزم إخطار رجال الدفاع المدنى المحليين بالمواد الموجودة داخل المخازن، وإطلاعهم عن مدى خطورتها، لأن ذلك من شأنه أن يحافظ على حياتهم أثناء مكافحه النار، وأيضا المحافظة على حياه الأخرين. كما يلزم وضع خطه طوارئ يتم تجهيزها مسبقاً لمكافحه الحريق عند حدوثه، بالتعاون مع رجال الدفاع المدنى المحليين وأطباء المستشفيات القريبة والمجاورة، ويتم التدريب عليها لرفع كفاءة تنفيذها عند الحاجه لها.

وهناك إحتياطات أخرى تساعد رجال الدفاع المدنى على تجنب مخاطر حريق فى منطقة مخازن وتخزين المبيدات منها :-

١ - فى حاله نشوب حريق فى مخزن للمبيدات أو الكيماويات الزراعية، يلزم أن يكون هناك شخص على دراية تامة بخطورة الأدخنة والأبخرة الناتجة، وأيضاً بخطورة ما يتناثر من رذاذ وغير ذلك من صور التلوث بهذه الكيماويات الخطرة، ليعطى التحذير المناسب لرجال الدفاع المدنى، أو لأى شخص يتصادف وجوده فى المنطقة أو المناطق المجاورة.

٢ - يلزم إرتداء الملابس الواقية المناسبة، وأيضاً الكمامات الواقية من الغازات والأدخنة السامة والضارة المتصاعدة.

٣ - ويلزم كذلك أن يكون تواجد رجال الدفاع المدنى فى الجهة التى يمر منها الريح إلى منطقة الحريق ( فوق الريح ) وذلك أثناء مكافحة النيران.

٤ - وقد يكون من الضرورى ( أحياناً ) إخلاء منطقة الحريق من السكان، خاصة المنطقة التى يمر عليها الهواء حاملاً معه أدخنة ومخلفات الحريق الغازية ( تحت الريح ) إبعاداً لهم عن مصادر الخطر المتمثل فى الأبخرة والغازات السامة الناتجة عن الحريق.

٥ - يلزم تجنب إستعمال أدوات ملوثة بالمبيدات لمكافحة الحريق، لما فى ذلك من خطورة.

٦ - يوضع فى الحسبان دائماً، أن الأدوات والأجهزة التى إستعملت فى مكافحة حرائق مخازن المبيدات والكيماويات الزراعية ملوثه بمواد خطيرة جداً على الصحة العامة، وذلك حتى يتم تنظيفها تماماً والتخلص نهائياً من آثار تلوثها المحتمل.

٧ - يلزم تجنب إستعمال تيار ماء قوى ( بفرض السماح بإستعمال الماء أصلاً فى مكافحة حرائق مخازن الكيماويات الزراعية ) لأن قوة إندفاع هذا التيار من الماء تعمل على توسيع ونشر التلوث بالمبيدات فى مساحات أكبر، كما يعمل كذلك على نشر المساحيق

فى الجو مما قد يترتب عنه مخاطر الحريق، بالإضافة إلى مخاطر التسمم وتوسيع دائرته.

٨ - يلزم مراعاة أن المواعين الساخنة ( من أثر الحريق ) للمبيدات، تكون عرضة لأن تنكسر أو تنفجر فى أى لحظة بفعل الحرارة، لذا يلزم دائماً المحافظة على مسافة أمان مناسبة بين القائمين بعملية مكافحة النيران وبين المناطق الساخنة والملتهبة من الحريق.

٩ - يلزم إبعاد المياه المتخلفة عن عمليات الإطفاء فى حرائق مخازن المبيدات عن الدخول فى شبكة مجارى تصريف الأمطار والسيول، أو شبكة المجارى العامة للمنطقة نفسها، لما لدخولها فيها من آثار ضارة عاجلة وآجلة.

١٠ - يلزم أن يقوم جميع العاملين الذين إشتركوا فى عمليات مكافحة النيران فى مخازن المبيدات بالإغتسال الجيد وإبدال ملابسهم جميعاً، فور الإنتهاء من مهمة مكافحة النيران.

١١ - يلزم تنظيف الملابس والأحذية وكل الأدوات والأجهزة التى إستعملت فى إطفاء حرائق المبيدات تنظيفاً جيداً بكل طرق التنظيف الممكنة.

١٢ - يلزم إبعاد الأشخاص الطفيليين من الدخول إلى منطقة الحريق وما يحيط بها، وذلك بوضع التحذيرات المناسبة مثل تحذير (كيماويات سامة ممنوع الدخول)، وأيضاً وضع الحواجز حتى يتم الإنتهاء تماماً من إزالة كل آثار التلوث بالمبيدات من المنطقة كلها.

١٣ - يلزم أن يقوم المسئولين بفحص المناطق المحيطة بمنطقة الحريق، لإكتشاف أى تلوث بالمبيدات يحتمل أن يكون قد إنتشر من منطقة الحريق إلى المناطق المجاورة.

## إزالة التلوث بالمبيدات

من الواجب دائماً إزالة التلوث الذى أصاب الأماكن والآلات والأشخاص، من المبيدات أو من الكيماويات الزراعية الأخرى، خاصة الأماكن التى يحدث فيها إنسكاب أو حريق أو حوادث على الطرق المحلية والسريعة.

أ - إزاله التلوث من آلات التطبيق :

كما هو معروف فإن أكفأ الطرق التى يتم بها إزالة التلوث بالمبيدات من الآلات التى تستعمل فى تطبيقها، تعتبر محدودة العدد جداً، ويرجع ذلك غالباً إلى التنوع الكبير لهذه الآلات التى تستخدم فى وقتنا الراهن، إلا أن الخبرة السابقة فى العمل بمبيد معين، بالإضافة إلى معرفة طبيعة المبيد المستعمل، تساعد كثيراً فى إزالة التلوث به، فعلى سبيل المثال، من المعروف أن بعض المركبات الشبيهة بالهرمونات النباتية، والتى تستعمل كمبيدات حشائش، لو تواجدت بكميات ضئيلة جداً فى آلات الرش، فإن إستعمال هذه الآلات فى رش محاصيل حساسة لهذه المبيدات، يعمل على الإضرار الشديد بها، بل وإتلافها تماماً، لهذا فآلات تطبيق هذا النوع من المبيدات، غالباً ما تكون مخصصة له وحده، لأن عمليات غسيل وتنظيف هذه الآلات من التلوث، حتى ولو تم بأقصى درجة ممكنة من العناية والإتقان، فإنه من غير الممكن التخلص نهائياً من الآثار السامة لهذه المبيدات، بل يمكن بها التخلص من الجزء الأكبر من التلوث.

وتساعد الإجراءات التالية فى التخلص من تلوث آلات الرش والتطبيق بالمبيدات :

١- مستحضرات المبيدات التى تذوب فى الماء :

الطريقه الأولى : يضاف نصف كوب من النشادر ( الأمونيا ) إلى ٢ جالون من الماء، وتغسل بها آله التطبيق غسلاً جيداً، مع ضخ جزء من محلول الغسيل خلال خراطيم الرش حتى يخرج من البشابير، يترك محلول الغسيل فى خزان الرش طيلة الليل ثم يفرغ، وبعد ذلك يغسل الخزان والفتحات وحامل البشابير والبشابير بالماء العادى.

الطريقه الثانية : يضاف ٥٠ جرام من صودا الغسيل ( كربونات الصوديوم ) لكل ٢ جالون من الماء فى خزان آلة الرش، يترك محلول الغسيل فى الخزان لساعتين على الأقل، ثم يفرغ من خلال فتحات البشابير، وبعد ذلك يغسل الخزان جيداً ويعاد ملئه مرتين بالماء، وفى كل مرة يفرغ من خلال خراطيم الرش وفتحات البشابير.

٢- مستحضرات المبيدات التى تذوب فى الزيت :

يضاف نصف كوب من الكيروسين مع قليل من منظف صناعى Detergent إلى محلول صودا الغسيل المذكور أعلاه فى الطريقة الثانية السابقة، وتجرى عمليات التنظيف كالخطوات المذكورة فيها.

٣- مستحضرات المبيدات التى تذوب فى الزيت والماء :

يضاف حوالى ٢٥٠ جرام من الصودا ( صودا الغسيل ) لكل جالونين من الماء، ويتبع نفس الخطوات المذكورة فى الطريقة الثانية اعلاه، كما يضاف الفحم المنشط (حوالى ٥٠ جرام) بالإضافة إلى منظف صناعى (٥٠ جرام) لكل جالونين من الماء فى خزان الرش، ويقلب جيداً لعدة دقائق ثم يجرى تفريغ محلول الغسيل من خلال خراطيم الرش.

ويجب ان يكون معروفاً أن مياه الغسيل والشطف لهذه الآلات تضر بالنباتات ضرراً بليغاً إذا ما وصلت إليها، خاصة فى حالة الآلات المستعملة فى تطبيق مبيدات الحشائش، لذا يلزم تنظيف آلات الرش بعيداً عن الزراعات، كما يلزم كذلك معرفة سمية المبيدات الملوثة لآلات الرش للشديات، وأيضاً معرفة زمن بقاء Persistence متبقيات هذه المبيدات، حيث انه من الأهمية بمكان معرفة الكثير من الخصائص الفيزيقية والكيماوية والحيوية للمبيدات الملوثة للآلة.

وتتعرض كثير من المبيدات للتحطم فى وجود وسط قلوى أو وسط حامضى، فالمبيدات الفوسفورية مثلاً أكثر إستعداداً للتحطم عن المبيدات الكلورينية العضوية أو الكرباميـة، لذا فآلات الرش الملوثة بالمبيدات الكلورينية العضوية يكون من الصعب التخلص التام من سمية ملوثاتها بالماء والمنظف الصناعى أو صودا الغسيل، لذا يلزم مراجعة مصنع أو مورد هذه المبيدات لأخذ المشورة عن أحسن الطرق التى يتعين إتباعها للتخلص من آثار المبيد وإزالة التلوث به من الآلات والأجهزة التى إستعملت فى تطبيق هذا النوع من المبيدات.

وتتعرض معادن بعض الآلات للتآكل، إذا ما إستعمل فى غسيلها محاليل أحماض أو قواعد قوية فإذا ما إضطررنا لإستعمال مثل هذه المحاليل فى غسيل هذه الآلات فيلزم حينئذ الغسيل الجيد والتام بالماء، وبدون إبطاء، للتخلص نهائياً من آثار الحموضة أو القلوية القوية المستعملة فى محلول الغسيل، حتى لا تضار الآلة من وجودها، كما يلزم تمرير كميات من الماء خلال الخراطيم وفتحات الرش لنفس السبب المذكور، وعند

إستعمال صودا الغسيل فى عمليات الغسيل للآلات والأجهزة، يجب الحيطة والحذر حيث أنها يمكن أن تسبب إلتهابات شديدة فى العينين وفى الجلد.

ب - إزالة التلوث من أدوات السلامة :

يتم إزالة التلوث بالمبيدات من كمامات التنفس أو اغطية الوجه والعينين، وذلك بالتنظيف الجيد بعد الإستعمال، مع تغيير المرشحات الخاصة بها بعد كل إستعمال، على ان يتم التنظيف بالغسيل بالماء والصابون، وبعد ذلك يشطف الجزء الأمامى الشفاف من الكمامة لإزالة آثار الصابون المستعمل فى عمليه الغسيل ثم يجفف، كما تشطف ايضا الكمامة نفسها وتترك فى مكان مفتوح لتجف.

ويلزم كذلك غسيل الأحذية الكاوتشوك ( أحذية الرش ذات الرقبة الطويلة ) وأيضا القفازات، داخلياً وخارجياً بالماء والصابون، ثم يعاد شطفها جيداً يومياً، واحيانا أكثر من مرة فى اليوم الواحد، إذا ما تلوثت بالمبيدات اثناء الإستعمال، كما تغسل ايضا المعاطف والسترات المصنوعة من البلاستيك وأيضاً، اغطية الراس، وتجفف بطريقة مماثلة لما سبق ذكره فى تنظيف كمامات التنفس.

أما الملابس القطنية للعاملين فى مجال المبيدات والكيماويات الزراعية، وايضا لمن يشترك فى مكافحة حوادثها أو حرائقها، أو لمن يتعرضون للتلوث بها، فيتم غسلها جيداً بعد كل إستعمال أو تعرض للتلوث، إما فى مغاسل خاصة لهذا الغرض، أو فى المغاسل المنزلية، بشرط أن يتم غسلها بمفردها ومنعزلة عن غيرها من المواد الأخرى.

جـ - إزالة التلوث عن أفراد طاقم المكافحة :

يجب أن يتم بأسرع ما يمكن وبكفاءة عالية إزالة التلوث عن الأفراد، خاصة بعد حدوث طرطشة أو إنسكاب لمركزات المبيدات، سواء تم هذا التلوث على الملابس أو الجلد أو اى جزء آخر من أجزاء الجسم، فالسرعة فى تنفيذ هذه العملية هامة جداً، خاصة عندما يكون التلوث من مبيد شديد الخطورة كما سبق ذكره.

و يجب أن يستقر فى الذهن أن من العوامل التى تساهم فى إحداث التسمم بالمبيدات هى زمن التعرض، بالإضافة إلى السمية الكامنة له، وتركيزه وشكل المستحضر، فإنسكاب مادة كيماوية عالية السمية وفى صورة مستحضر زيتى مركز على جلد الأنسان

او ملابسه، يستلزم خلع الملابس فوراً وغسيل المناطق من الجلد الذى لامستها المادة الكيماوية غسيلاً جيداً بالماء والصابون وبأسرع ما يمكن فالسرعة فى تنفيذ ذلك عامل اساسى لأزالة التلوث كما سبق ذكره، ولا يجب مطلقاً ان نغفل غسل الشعر والأظافر جيداً حيث انهما منطقتى إحتفاظ بالمبيد لفترة طويل لكونهما من الكيراتين.

واحياناً يعتبر الكحول واحد من المواد الممتازة التى تزيل التلوث بالمبيدات من على جلد الأنسان، إذا كان إستعماله لا يشكل خطورة أكبر من التلوث، خاصة إذا ما كانت المساحة من جسم الأنسان التى أصابها التلوث محدودة وتتحمل هذه المعاملة، فقد وجد أن ثلاثين دقيقة من الغسيل الجيد بالماء والصابون تزيل ٨٠ ٪ أو اكثر من كمية المبيد باراثيون الذى أجرى إختبار غسيله من على الجلد وإن الغسيل بالكحول يزيل معظم ما تبقى منه على الجلد، أما بعد مرور خمس ساعات من التلوث به فلم يمكن إزالة أكثر من ٤٠ ٪ منه بإستعمال الماء والصابون بالطريقة المذكورة، وأن ١٠ ٪ من كمية المبيد لم يمكن إزالتها مطلقاً من الجلد حتى بإستعمال الكحول.

د - إزالة التلوث بالمبيدات فى حوادث النقل :

التلوث المتوقع حدوثه من المبيدات فى حوادث النقل يتضمن ثلاثة مواقع، هى مناطق تحميل المبيدات فى المزارع أو المصانع، ومناطق تموين طائرات الرش والآلات الأرضية الأخرى بالمبيدات وأخيراً فى حالة حوادث إنسكاب وتناثر المبيدات على الطرق المحلية وعلى الطرق السريعة.

والتوصيات التى نوردها هنا لا تشتمل الإزالة الكاملة للتلوث بالمبيدات الزراعية فى هذه المناطق، ولكنها ستكون موجهة فى المقام الأول نحو تقليل أضرارها على القائمين بعملية المناولة والتحميل للمبيدات فى آلات تطبيقها، أو أولئك الذين يتواجدون فى منطقة حوادث يترتب عنها إنسكاب أو تناثر المبيدات من أوعيتها.

١- فى مناطق تحميل المبيدات : يلزم تنفيذ إجراءات التخلص من التلوث بالمبيدات فى هذه المناطق، إذا إنسكب او تناثر فيها أحد مركزات المبيدات، كما يلزم أيضاً تنفيذها مرة كل أسبوعين (على الأقل) خلال موسم الرش بالمبيدات، ضماناً للتخلص

تباعاً بما قد يلوث هذه المناطق، والمواد المطلوبة لتنفيذ إجراءات التخلص من التلوث بالمبيدات فى هذه المناطق هى كالتالى :-

من ٨ - ١٠ أكياس ( ٥٠ رطل لكل ) من الجير المطفى ،خمس جالونات ( ٥ × ١ ) من ملح الهيبوكلوريت مثل كلوروكس أو بيوركس ، أوانى لتنفيذ الرش والتنظيف مثل الجرادل.

وكيفية تنفيذ إجراءات التخلص من التلوث بالمبيدات فى هذه المناطق فتتم بأن ترش منطقه التلوث بمحلول عبارة عن خليط من ١ جالون من الماء مع جالون واحد من الهيبوكلوريت ، ثم ينثر أو يوزع الجير المطفى على منطقة التلوث المرشوشة بالهيبوكلوريت وتترك لمدة ساعة واحدة على الأقل ، ثم تزال أو تكشط الطبقة السطحية من التربة فى منطقة التلوث بعمق ١ - ٢ بوصة وتبعد بعيداً عن منطقة التحميل، أو تخزن فى براميل، تمهيداً للتخلص منها بالطرق الصحيحة، مع وضع تربة أخرى نظيفة مكانها، ويراعى أن يحتفظ بكل الأوعية والأوانى المستعملة والمستغنى عنها مجمعة مع بعضها حتى يتم التخلص منها بالطريقة المناسبة.

٢- على مدارج طائرات الرش : إجراءات التخلص من التلوث بالمبيدات فى مناطق التحميل على مدارج طائرات الرش تتم فى حالات هى إنسكاب أو تناثر محتويات أحد مواعين المبيدات نتيجة حادثه، وكل أسبوع خلال موسم الرش، لتقليل تركيز التلوث بالمبيدات على أو فى داخل التربة التى يعمل عليها القائمون بعملية تحميل الطائرات بالمبيدات.

والمواد المطلوبة لإزالة التلوث بالمبيدات فى مثل هذه المواقع فتشمل من ١٠ - ٢٠ كيس ( ٥٠ رطل لكل ) من الجير المطفى ،عشر جالونات ( ١٠ × ١ ) من هيبوكلوريت الصوديوم ، أوانى للرش أو لتوزيع محلول الغسيل.

أما تنفيذ إجراءات التخلص من التلوث بالمبيدات فى هذه المناطق فتتم بأن ترش منطقه التلوث بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم ( كلوروكس أو بيوروكس ) المخفف بالماء ( ١:١ ) ثم تغطى بالجير المطفى وتترك لمدة ساعة واحدة على الأقل ، يلى ذلك أن يتم كشط الطبقة السطحية من التربة ( لعمق ١ - ٢ بوصة ) وتحفظ بعيداً عن منطقة

التحميل، أو تخزن فى براميل مستعملة، وترص على حواف منطقة التحميل لحين التخلص منها بطريقة سليمة، ثم تغطى المنطقة المكشوطة بتربة أخرى خالية من التلوث بالمبيدات، على أن يحتفظ بكل الأوعية والأوانى التى إستخدمت، وحدث لها تلوث فى مجموعة واحدة حتى يتم التخلص منها بطريقة مناسبة.

٣- حوادث الطرق المحلية والسريعة : فى حوادث الطرق التى يترتب عنها إنسكاب وتناثر المبيدات، يلزم أولاً إتخاذ إحتياطات لتحاشى الضرر بقدر الأمكان ومنها أنه لا يجوز السير داخل مناطق التلوث بالمبيدات المنسكبة، كما تمنع المركبات من الخوض فيها، وتتبع الإحتياطيات المعروفة عند التعامل مع الأوانى والمواعين التى حدث منها إنسكاب للمبيدات، وتتبع نفس الإحتياطات عند دخول المركبات التى حدث إنسكاب للمبيدات داخلها، يلزم توفير هيبوكلوريت الصوديوم ( كلوروكس ) وجير مطفى، حيث أن من خصائصهما معادلة وإفساد الكثير من المبيدات الزراعية، ثم ترش المنطقة الملوثة بخليط من الماء والهيبوكلوريت ( ١:١ ) ثم تغطى بطبقة من الجير المطفى وتترك لمدة ساعة على الأقل، ثم تزال هذه الطبقة وتخزن فى براميل مستعمله كما سبق ذكره، ويفضل بإستمرار غسل المنطقة الملوثة بعد ذلك بالماء خاصة، على الطرق السريعة المرصوفة.

ومن المهم أن نلاحظ أن الهيبوكلوريت لا يعادل تماماً كل المبيدات الزراعية، ولكن إستعماله هنا من قبيل تقليل مخاطر التلوث بالمبيدات فى مناطق التحميل أو الحوادث.

ويتوفر فى الولايات المتحدة الأمريكية تنظيمين يقدمان المساعدة والمشورة الفنية فى حوادث نقل المبيدات والكيماويات الخطرة على الطرق المختلفة، أولهما يعرف بإسم مركز طوارئ نقل الكيماويات Chemical Transport Emergency Center الذى يعرف إختصاراً بإسم كيمتريك CHEMTREC والآخر هو "مجموعه السلامه من المبيدات Pesticide Safety Team Network التى تعرف إختصاراً بإسم PSTN ، يتعاون هذان التنظيمان لتقديم خدمة موحدة، فى إطار نظام يختص بحوادث نقل المواد الكيماوية الخطرة، ويعتبر الكيمتريك chemtrec الذى يموله وينفق عليه إتحاد الكيميائيين الصناعيين Manufacturing Chemists Association أنه همزة الوصل لتقديم هذه الخدمة ( المشورة ) الموحدة، ويقوم على مدار الأربع وعشرين ساعة فى اليوم

بتقديم الخدمة المباشرة لعشرة من مراكز مجموعة السلامة من المبيدات PSTN منتشرة على إتساع الولايات المتحدة الأمريكية.

وقد إنشئت مراكز مجموعه السلامه من المبيدات PSTN لتقديم المساعدة الفنية فى حالات الطوارئ كحوادث إنسكاب المواد الكيماوية ( المبيدات أساسا ) خلال عمليات النقل، وقد تعاون فى إنشاء هذه المجموعة الإتحاد الوطنى للكيماويات الزراعية The National Agricultural Chemical Association مع أربعة عشر شركه عضواً فيه. والـ CHEMTREC لا يقدم خدمة عملية خاصة بالصناعات الكيماوية، ولكنه يقدم النصيحة فقط والمساعدة فى حالات الطوارئ أثناء حوادث النقل ومستعد لإعطاء النصيحة الفورية فى أى وقت تطلب منه.

## التخلص من النفايات السامة والخطرة

من المعروف أنه لا توجد طريقه سهلة وكاملة الكفاءة، للتخلص من نفايات المواد السامة والخطرة، ومع ذلك فهناك أكثر من طريقة يمكن إختيار أيها ليناسب المادة المراد التخلص من نفاياتها، ومن هذه الطرق الدفن فى مقبرة محددةBurial ، الحرق الكامل Incineration، الهدم الكيماوى Degradation الحقن فى التربة والتخزين المستديم Permanent storage.

ولا يجوز بأى حال من الأحوال التخلص من هذه النفايات بإلقائها فى مقالب النفايات، أو فى مصارف المياه المستخدمة، أو فى المجارى، أو بدفنها فى قاع المحيط، أو بإلقائها فى أعالى البحار، أو فى الصحارى المفتوحة، أو مناطق القطب، أو فى غيرها من المناطق، حيث أن ذلك من شأنه تلويث البيئة والإضرار بها.

والطريقة السليمة للتخلص من المبيدات العضوية، فيما عدا التى تحتوى على الزئبق أو الرصاص أو الكادميوم أو الزرنيخ، هو أن يتم حرقها كلية فى محرقة خاصة، مع مراعاة أن لا تكون نواتج الحريق ضارة أو سامة، وما يتبقى من هذا الحرق من رماد يمكن إعادة حرقه مرة ثانية فى محرقة النفايات الصلبة، تتم عمليات الحرق غالباً فى محرقة خاصة بالمبيدات، مع أخذ الإحتياطات الواجبة، أما فى حالة عدم توفر هذه المحرقة الخاصة، فينصح بدفن هذه النفايات العضوية فى مقبرة النفايات.

ويراعى فى حاله اللجوء إلى دفن النفايات السامة والضارة فى مقبرة، أن توضع هذه النفايات بعبواتها الأصلية دون تفريغها داخل المقبرة، على أن يخضع إختيار موقع هذه المقبرة وإتمام عمليات دفن المبيدات فيها لشروط محددة، تجنباً للأضرار التى قد تنشأ من هذه النفايات، ويراعى إختيار موقع هذه المقبرة فى منطقة منعزلة، بعيداً عن المسالك والطرق المطروقة، ولا يجوز أن يكون موقعها فى مجرى مياه السيول أو فى بطن وادى، ويتم دفن الكيماويات السامة والخطرة فى داخل حفرة عميقة يتم إعدادها بطريقة خاصة، وأن يكتب عليها " مقبرة النفايات الكيماوية السامة والخطرة " مع تسويرها وتزويدها بالعلامات الإرشادية المحذرة من الإقتراب أو العبث بها، ويتم الدفن فيها بالطريقة التالية :-

١ - عمل فتحة فى الأرض بعمق ٤ - ٥ متر وتغطى قاعدتها بتربة طينية أو طميية ( أو دياتومية Diatomous ) لعمق نصف متر.

٢ - توضع النفايات المراد دفنها داخل هذه الحفرة، ثم تغطى لعمق نصف متر بنفس الترب المشار إليها.

٣ - يكمل تغطية الفتحة بالتربة المحيطة بالموقع، مع وضع علامة أو رقم يحدد موقع الدفن وتاريخه.

٤ - يجب الإحتفاظ بسجل كامل للمواد التى يتم دفنها فى هذه الحفرة وكميتها وحالتها وتاريخ الدفن، مع تحديد موقع الدفن بالضبط.

٥ - يراعى أن تكون هناك مقبرة وحيدة على مستوى البلد، تستقبل النفايات من كل الأرجاء المحيطة، لتحديد وحصر مواقع الدفن.

٦ - يلزم أن تتوفر القوانين والتعليمات والإرشادات المنظمة لعمليات التخلص من المواد السامة والخطرة.

٧ - يمكن فى هذه المقبرة أن تستقبل نفايات المواد المشعة بعد تغليفها بألواح خاصة من الرصاص، وتوفير عدادات قياس الإشعاع فى المنطقة المحيطة أو المياه الجوفية.

٨ - يلزم وضع موقع هذه المقبرة تحت الملاحظة المستمرة، تفادياً لأى حادث طارئ قد تتعرض فيه للنبش من حيوانات برية أو غيرها.

٩ - يمكن إقامة محرقة لنفايات المواد الكيماوية السامة والخطرة داخل نطاق هذه المقبرة، تجميعاً لوسائل التخلص من النفايات فى موقع موحد.

# المراجع

## أولا : المراجع العربية


- أبو زيد ، أحمد ، دكتور ، (٢٠٠٥ م) . المعرفة وصناعة المستقبل . كتاب العربى رقم ٦١ ، مجلة العربى الكويتية ، الكويت .
- إجراءات تطبيق مقاييس حماية البيئة للماء والهواء ، (١٤٠٥ هـ) . مصلحة الأرصاد وحماية البيئة السعودية .
- الأعوج ، طلعت إبراهيم ، (١٩٩٩ م) . التلوث الهوائى والبيئة . مكتبة الأسرة ، البيئة ، الهيئة المصرية العامة للكتاب . القاهرة .
- أرناؤوط ، محمد السيد ، (١٩٩٧ م) . التلوث البيئى وأثره على صحة الإنسان . الدار العربية للكتاب . القاهرة .
- أرناؤوط ، محمد السيد ، (١٩٩٩ م) . الإنسان وتلوث البيئة . الدار المصرية اللبنانية للنشر . القاهرة .
- أسس إجراءات تقييم الآثار البيئية فى المملكة العربية السعودية ، (١٤٠٥ هـ) . مصلحة الأرصاد وحماية البيئة .
- الحسن ، محمد إبراهيم ، إبراهيم بن صالح المعتاز ، (١٩٨٨ م) . ملوثات البيئة ، أضرارها ، مصادرها ، وطرق مكافحتها . الرياض : مكتبة الخريجى .
- السيد ، رجب سعد ، (١٩٧٨م) . الحرب ضد التلوث ، سلسلة كتابك ، رقم ٧٣ ، دار المعارف بمصر .
- الطيب ، نورى بن طاهر ، بشير بن محمود جرار ، (١٩٩٥ م) . تلوث المياه ، المشكلة والأبعاد . الرياض : كتاب الرياض ، العدد العشرون . مؤسسة اليمامة الصحفية ، المملكة العربية السعودية .
- العلى ، فهمى حسن أمين ، (١٩٩١ م) . تجارب فى التلوث البيئى ، طبعة خاصة بالمؤلف . الرياض .

- العودات ، محمد عبدو ، عبد الله يحيى باصهى ، (١٩٨٥ م). التلوث وحماية البيئة ، عمادة شئون المكتبات ، جامعة الملك سعود ، الرياض .
- العيش ، محمود سبع ، (١٩٨٤ م). تلوث الماء . دار الفرقان للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن.
- الفقي ، محمد عبد القادر ، (١٩٨٥ م). القرآن الكريم وتلوث البيئة . مكتبة المنار الإسلامي ، الكويت .
- امين ، فهمي حسن ، (١٩٨٤ م). تلوث الهواء ، مصادره ، اخطاره ، علاجه . الرياض : دار العلوم للطباعة والنشر ، المملكة العربية السعودية .
- برنامج صون الطبيعة في المناطق البحرية بالبحر الأحمر . مصلحة الأرصاد وحماية البيئة السعودية ، الرياض المملكة العربية السعودية .
- تاج الدين ، على تاج الدين فتح الله ، (١٩٧٩ م). محاضرات في تلوث البيئة الزراعية . (الفصل الصيفي ١٤٠٨/١٤٠٩ هـ) . قسم وقاية النبات ، كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود ، الرياض .
- تاج الدين ، على تاج الدين فتح الله ، ضيف الله بن هادى الراجحي ، (١٤١٩ هـ). التلوث والبيئة الزراعية ، إدارة النشر العلمي والمطابع ، جامعة الملك سعود ، الرياض .
- تاج الدين ، على تاج الدين فتح الله ، (١٤٢١ هـ). تجهيزات المبيدات واستعمالاتها ، إدارة النشر العلمي والمطابع ، جامعة الملك سعود ، الرياض .
- تقرير عن مشروع التعاون في مجال الأرصاد وحماية البيئة بين مصلحة الأرصاد وحماية البيئة السعودية وقسم مشروعات ما وراء البحار التابع للهيئة التجارية الأسترالية ، ١٤٠٤ — ١٤٠٦ هـ.
- جمعة ، محمد أحمد محمود ، (١٩٨٥ م). تلوث البيئة والإشعاع والأمان . الرياض : مكتبة الخريجي ، المملكة العربية السعودية .
- عبد المنعم ، ليلى ، (٢٠٠٢ م). بيئة خالية من التلوث . سلسلة العلم والحياة رقم ١٤٢ ، الهيئة المصرية العامة للكتاب . القاهرة .
- قاسم ، توفيق محمد ، (١٩٩٥ م). التلوث ، مشكلة اليوم والغد . سلسلة العلم والحياة رقم ٥٧ ، الهيئة المصرية العامة للكتاب . القاهرة .

— متولى ، زين العابدين ، (١٩٩٩ م). قصة الأوزون . مكتبة الأسرة ، الأعمال العلمية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة .

— ميتكاف ، روبرت ل ، أ.د. وليام ، هـ لوكمان ، (١٩٨٢ م). مقدمة فى السيطرة على الآفات الحشرية ، ترجمة زيدان هندى عبد الحميد وآخرون : الدار العربية للنشر والتوزيع ، القاهرة .

— مقاييس حماية البيئة ، وثيقة ١٤٠١-١ / ١٤٠٢ هـ. مصلحة الأرصاد وحماية البيئة ، وزارة الدفاع والطيران ، المملكة العربية السعودية .

— الطيب ، نورى طاهر ، بشير محمود جرار ، (١٩٩٨ م). قياس التلوث البيئى . دار المريخ للنشر . الرياض : المملكة العربية السعودية .

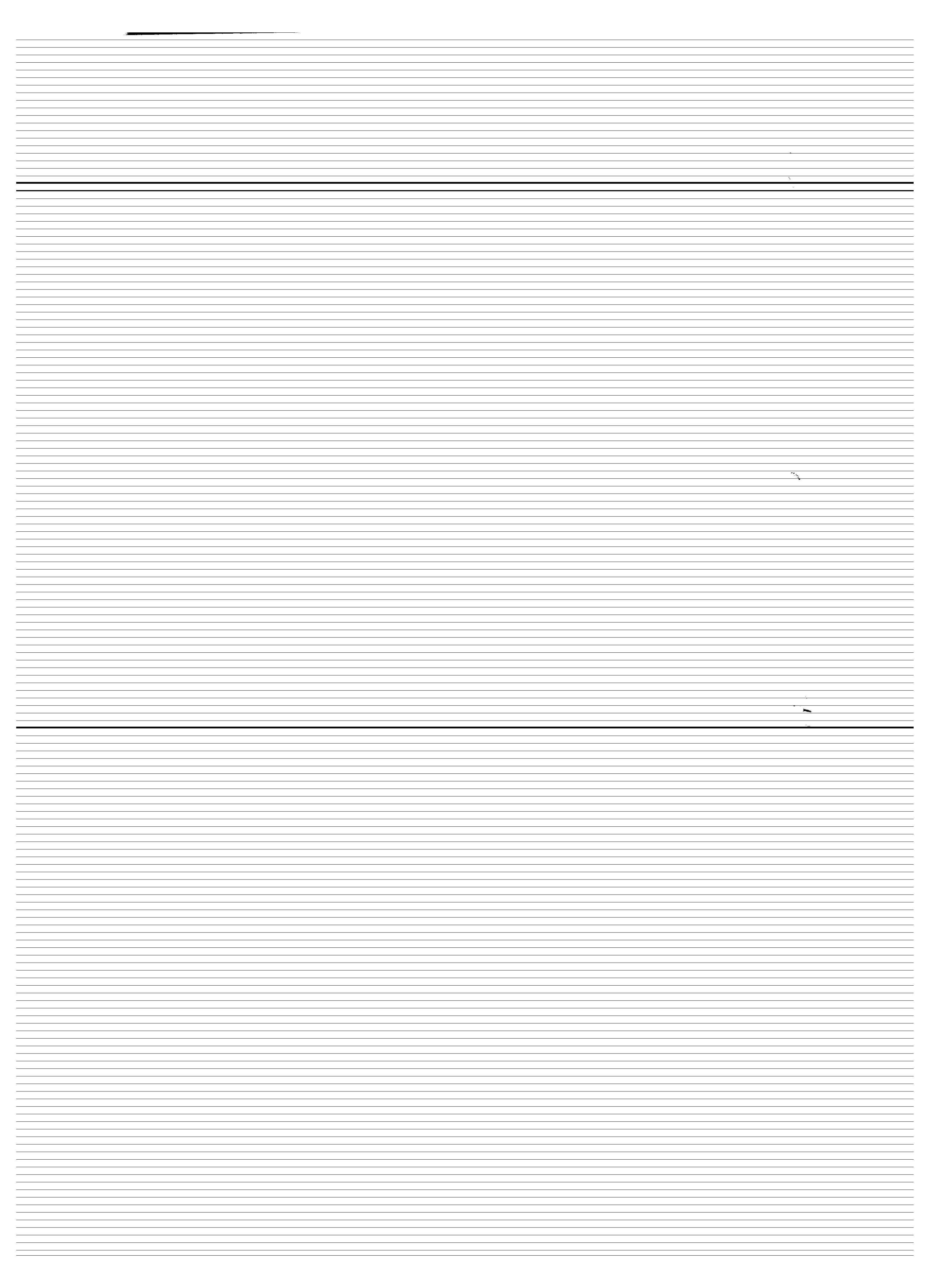
— سويلم ، محمد نبهان ، (١٩٩٨ م). التلوث البيئى وسبل مواجهته . سلسلة العلم والحياة رقم ١٠٥ . الهيئة المصرية العامة للكتاب . القاهرة .

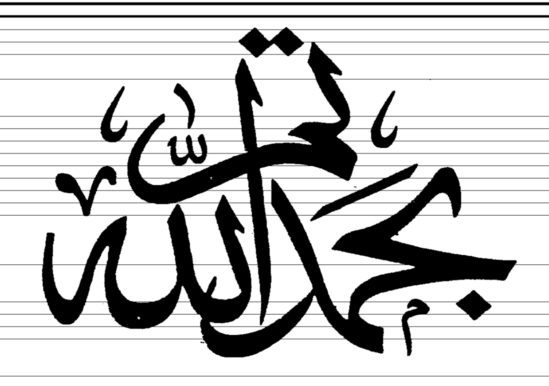
— عطية ، ممدوح حامد ، (١٩٩٧ م). إنهم يقتلون البيئة . الألف كتاب الثانى رقم ٢٧٥ . الهيئة المصرية العامة للكتاب . القاهرة .


## ثانيا : المراجع الأجنبية

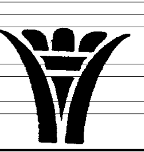

- ACS (1978). Cleaning our environment; A chemical perspectives; Report by the Committee on Environmental Improvement; American Chemical Society ; 2ed ed.; Washington D.C., 457 pp.
- Anonymous (1988). Pictograms for Agrochemical Labels; GIFAP Publications, Brusseles, Belgium.
- Barker, J. R. and D. T. Tingey eds. (1992). Air Pollution Effects on Biodiversity; van Nostrand Reinhold, N. Y.
- Bohmont, B. L. (1981). The new pesticide user's guide; B&K Enterprises Inc; USA.
- Bertherick, L. (1986). Hazards in the chemical laboratory, 4th ed; The Royal Society of Chemistry; London.
- Choudhary, G.; L.H. Keith and C. Rappe, eds. (1983). Chlorinated dioxins and dibenzofurans in the total environment; Butterworth Publishers, London.

- Darly, E.F. and J.T. Middleton, (1966). Problems of air pollution in plant pathology . Ann. Rev. Phytopathol.; (1966); 4: 103-118.
- Dilon, A. P. (1988). Pesticide Disposals and detoxification Processes and Techniques; Noyes Park Ridge, N. T.; USA.
- Durham, J. L. ( 1984); Chemistry of Pesticides , Fogs and Butterworth Publishers, London.
- Environmental Design Guidelines. (1980); Royal Commission for Jubail and Yanbu, Kingdom of Saudi Arabia.
- Irving Sax, N.(1984); Dangerous Properties of Industrial Materials; 6th ed.; van Nostrand Reihold Co.; New York.
- Klaassen, C. D.; M. O. Amdur and J. Doul (1986). Toxicology , the basic science of poisons; 3rd. ed. ; Mac millan Publishing Co.; New York and London.
- Kumar, R. (1984); Insect Pest Control , Edward Arnold (publishers) Ltd. London UK.
- Laurence, J, A. and L. H. Weinstein, (1981). Effect of air pollutants on plant productivity ; Ann. Rev. phytopathol. ; 19 : 257-271.
- Linthurst, R. A. (1984); Direct and Indirect Effects of Acidic Deposition on Vegetation; Butterworth Publishers, London; 117 pp.
- McEwen, F. L. and G. R. Stevenson. (1979). The use and significance of Pesticides in the Environment ; John Wiley & Sons; New York; 538pp.
- Manahan, S. E. (1994). Environmental Chemistry, 6th ed.; Lewis Publishers, CRC Press .
- Rich , H. (1964). Ozone Damage to Plants. Ann. Rev. Phytopathol.;2:253-266.
- Sill, W. H. (1982). . Plant Protection; The Iowa State University Press; Ames; Iowa; USA, 298 pp.
- Stimmann, M. W. ( 1980). Pesticide Application and Safety Training ; University of California Publication 4070, Co-Operative Extension; 107pp, USA.
- Wellburn, A. (1994); Air Pollution and Climate Changes, The Biological Impact; 2nd ed, Longman Scientific & Technical ; John Wiley & Sons Inc. , NY.









مكتبة بستان المعرفة

لطبع ونشر وتوزيع الكتب

كفر الدوار — الحدائق — بجوار نقابة التطبيقيين

☎٠٤٥/٢٢٢٤٢٢٨ الإسكندرية: ٠١٢٢٣٥٣٤٨١٤